

WITHDRAWN
University of
Illinois
at Urbana-Champaign



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF ILLINOIS

551
H88k
1855
cop. 2

REMOTE STORAGE

Kosmos.

Entwurf einer

Physischen Weltbeschreibung

von

Alexander von Humboldt.

Naturae vero rerum vis atque majestas in omnibus
momentis fide caret, si quis modo partes ejus ac non to-
tam complectatur animo. *Plin. H. N. lib. 7 c. 1.*

(Amerikanische Stereotyp-Ausgabe.)

Philadelphia.

Verlag von F. W. Thomas.

1855.

STANDARD

1880

THE STANDARD OF THE

STANDARD OF THE

THE STANDARD OF THE

(THE STANDARD OF THE)

THE STANDARD OF THE
1880

551
H88K
1855
cop. 2

V o r r e d e.

Ich übergebe am späten Abend eines vielbewegten Lebens dem deutschen Publikum ein Werk, dessen Bild in unbestimmten Umrissen mir fast ein halbes Jahrhundert lang vor der Seele schwebte. In manchen Stimmungen habe ich dieses Werk für unausführbar gehalten: und bin, wenn ich es aufgegeben, wieder, vielleicht unversichtlich, zu demselben zurückgekehrt. Ich widme es meinen Zeitgenossen mit der Schüchternheit, die ein gerechtes Mißtrauen in das Maaß meiner Kräfte mir einflößen muß. Ich suche zu vergessen, daß lange erwartete Schriften gewöhnlich sich minderer Nachsicht zu erfreuen haben.

Wenn durch äußere Lebensverhältnisse und durch einen unwiderstehlichen Drang nach verschiedenartigem Wissen ich veranlaßt worden bin, mich mehrere Jahre, und scheinbar ausschließlich, mit einzelnen Disciplinen: mit beschreibender Botanik, mit Geognosie, Chemie, astronomischen Ortsbestimmungen und Erdmagnetismus als Vorbereitung zu einer großen Reise-Expedition zu beschäftigen; so war doch immer der eigentliche Zweck des Erlernens ein höherer. Was mir den Hauptantrieb gewährte, war das Bestreben, die Erscheinungen der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zusammenhang, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganze aufzufassen. Ich war durch den Umgang mit hochbegabten Männern früh zu der Einsicht gelangt, daß ohne den ernstesten Hang nach der Kenntniß des Einzelnen alle große und allgemeine Weltanschauung nur ein Luftgebilde sein könne. Es sind aber die Einzelheiten im Naturwissen ihrem inneren Wesen nach fähig, wie durch eine aneignende Kraft sich gegenseitig zu befruchten. Die beschreibende Botanik, nicht mehr in den engen Kreis der Bestimmung von Geschlechtern und Arten festgebannt, führt den Beobachter, welcher ferne Länder und hohe Gebirge durchwandert, zu der Lehre von der geographischen Vertheilung der Pflanzen über den Erdboden nach Maaßgabe der Entfernung vom Aequator und der senkrechten Erhöhung des Standortes. Um nun wiederum die verwickelten Ursachen dieser Vertheilung aufzuklären, müssen die Geseze der Temperatur-Verschiedenheit der Alimate wie der meteorologischen Prozesse im Luftkreise erspähet werden. So führt den wißbegierigen Beobachter jede Classe von Erscheinungen zu einer anderen, durch welche sie begründet wird, oder die von ihr abhängt.

Es ist mir ein Glück geworden, das wenige wissenschaftliche Reisende in gleichem Maaß mit mir getheilt haben: das Glück, nicht bloß Küstenländer, wie auf den Erdumseglungen, sondern das Innere zweier Continente in weiten Räumen und zwar da zu sehen, wo diese Räume die auffallendsten Con-

traste der alpinischen Tropenlandschaft von Südamerika mit der öden Steppennatur des nördlichen Asiens darboten. Solche Unternehmungen mußten bei der eben geschilderten Richtung meiner Bestrebungen zu allgemeinen Ansichten aufmuntern; sie mußten den Muth beleben, unsre dermalige Kenntniß der siderischen und tellurischen Erscheinungen des Kosmos in ihrem empirischen Zusammenhange in einem einzigen Werke abzuhandeln. Der bisher unbestimmt aufgefaßte Begriff einer physischen Erdbeschreibung ging so durch erweiterte Betrachtung, ja nach einem vielleicht allzu kühnen Plane, durch das Umfassen alles Geschaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer physischen Weltbeschreibung über.

Bei der reichen Fülle des Materials, welches der ordnende Geist beherrschen soll, ist die Form eines solchen Werkes, wenn es sich irgend eines literarischen Vorzugs erfreuen soll, von großer Schwierigkeit. Den Naturschilderungen darf nicht der Hauch des Lebens entzogen werden, und doch erzeugt das Aneinanderreihen bloß allgemeiner Resultate einen eben so ermüdenden Eindruck, als die Anhäufung zu vieler Einzelheiten der Beobachtung. Ich darf mir nicht schmeicheln, so verschiedenartigen Bedürfnissen der Composition genügt, Klippen vermieden zu haben, die ich nur zu bezeichnen verstehe. Eine schwache Hoffnung gründet sich auf die besondere Nachsicht, welche das deutsche Publikum einer kleinen Schrift, die ich unter dem Titel: *Ansichten der Natur* gleich nach meiner Rückkunft aus Mexico veröffentlicht, lange Zeit geschenkt hat. Diese Schrift behandelte einzelne Theile des Erlebens (Pflanzengestaltung, Grassluren und Wüsten) unter generellen Beziehungen. Sie hat mehr durch das gewirkt, was sie in empfänglichen, mit Phantasie begabten, jungen Gemüthern erweckt hat, als durch das, was sie geben konnte. In dem Kosmos, an welchem ich jetzt arbeite, wie in den *Ansichten der Natur* habe ich zu zeigen gesucht, daß eine gewisse Gründlichkeit in der Behandlung der einzelnen Thatsachen nicht unbedingt Farbenlosigkeit in der Darstellung erheischt.

Da öffentliche Vorträge ein leichtes und entscheidendes Mittel darbieten, um die gute oder schlechte Verkettung einzelner Theile einer Lehre zu prüfen, so habe ich viele Monate lang erst zu Paris in französischer Sprache und später zu Berlin in unserer vaterländischen Sprache fast gleichzeitig in der großen Halle der Sing-Akademie und in einem der Hörsäle der Universität Vorlesungen über die physische Weltbeschreibung, wie ich die Wissenschaft aufgefaßt, gehalten. Bei freier Rede habe ich in Frankreich und Deutschland nichts über meine Vorträge schriftlich aufgezeichnet. Auch die Hefte, welche durch den Fleiß aufmerksamer Zuhörer entstanden sind, blieben mir unbekannt und wurden daher bei dem jetzt erscheinenden Buche auf keine Weise benutzt. Die einleitenden Betrachtungen des ersten Buches abgerechnet, ist alles von mir in den Jahren 1843 und 1844 zum ersten Male nie-

bergeschrieben. Wo der jetzige Zustand des Beobachteten und der Meinungen (die zunehmende Fülle des ersteren ruft unwiderbringlich Veränderungen in den letzteren hervor) geschildert werden soll, gewinnt, glaube ich, diese Schilderung an Einheit, an Frische und innerem Leben, wenn sie an eine bestimmte Epoche geknüpft ist. Die Vorlesungen und der Kosmos haben also nichts mit einander gemein, als etwa die Reihenfolge der Gegenstände, die sie behandelt. Nur den „einleitenden Betrachtungen“ habe ich die Form einer Rede gelassen, in die sie theilweise eingeflochten waren.

Den zahlreichen Zuhörern, welche mit so vielem Wohlwollen meinen Vorträgen in dem Universitäts-Gebäude gefolgt sind, ist es vielleicht angenehm, wenn ich als eine Erinnerung an jene längst verflossene Zeit, zugleich aber auch als ein schwaches Denkmal meiner Dankgefühle hier die Vertheilung der einzeln abgehandelten Materien unter die Gesamtzahl der Vorlesungen (vom 3. Nov. 1827 bis 26. April 1828, in 61 Vorträgen) einschalte: Wesen und Begrenzung der physischen Weltbeschreibung, allgemeines Naturgemälde 5 Vorträge; Geschichte der Weltanschauung 3; Anregungen zum Natur-Studium 2; Himmelsräume 16; Gestalt, Dichte, innere Wärme, Magnetismus der Erde und Polarlicht 5; Natur der starren Erdrinde, heiße Quellen, Erdbeben, Vulkanismus 4; Gebirgsarten, Typen der Formationen 2; Gestalt der Erdoberfläche, Gliederung der Continente, Hebung auf Spalten 2; tropfbar-flüssige Umhüllung: Meer 3; elastisch-flüssige Umhüllung: Atmosphäre, Wärmevertheilung 10; geographische Vertheilung der Organismen im Allgemeinen 1; Geographie der Pflanzen 3; Geographie der Thiere 3; Menschen-Racen 2.

Das erste Buch meines Werkes enthält: Einleitende Betrachtungen über die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses und die Ergründung der Weltgesetze; Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung der physischen Weltbeschreibung; ein allgemeines Naturgemälde als Uebersicht der Erscheinungen im Kosmos. Indem das allgemeine Naturgemälde von den fernsten Nebelflecken und kreisenden Doppelsternen des Welt-raums zu den tellurischen Erscheinungen der Geographie der Organismen (Pflanzen, Thiere und Menschen-Racen) herabsteigt, enthält es schon das, was ich als das Wichtigste und Wesentlichste meines ganzen Unternehmens betrachte: die innere Verketzung des Allgemeinen mit dem Besonderen, den Geist der Behandlung in Auswahl der Erfahrungssätze, in Form und Styl der Composition. Die beiden nachfolgenden Bücher sollen die Anregungsmittel zum Naturstudium (durch Belebung von Naturschilderungen, durch Landschaftsmalerei und durch Gruppierung erotischer Pflanzengestalten in Treibhäusern); die Geschichte der Weltanschauung, d. h. der allmäligen Auffassung des Begriffs von dem Zusammenwirken der Kräfte in

einem Naturganzen; und das Specielle der einzelnen Disciplinen enthalten, deren gegenseitige Verbindung in dem Naturgemälde des ersten Buches angedeutet worden ist. Von meinen eigenen Schriften, in denen ihrer Natur nach die Thatfachen mannigfaltig zerstreut sind, habe ich immer vorzugsweise nur die Originalausgaben angeführt, da es hier auf große Genauigkeit numerischer Verhältnisse ankam und ich in Beziehung auf die Sorgfalt der Uebersetzer von großem Mißtrauen erfüllt bin. Wo ich in seltenen Fällen kurze Sätze aus den Schriften meiner Freunde entlehnt habe, ist die Entlehnung durch den Druck selbst zu erkennen. Ich ziehe nach der Art der Alten die Wiederholung derselben Worte jeder willkürlichen Substituierung uneigentlicher oder umschreibender Ausdrücke vor. Von der in einem friedlichen Werke so gefahrvoll zu behandelnden Geschichte der ersten Entdeckungen wie von vielbestrittenen Prioritätsrechten ist in den Anmerkungen selten die Rede. Wenn ich bisweilen des classischen Alterthums und der glücklichen Uebergangs-Periode des durch große geographische Entdeckungen wichtig gewordenen funfzehnten und sechzehnten Jahrhunderts erwähnt habe, so ist es nur geschehen, weil in dem Bereich allgemeiner Ansichten der Natur es dem Menschen ein Bedürfniß ist, sich von Zeit zu Zeit dem Kreise streng dogmatisirender moderner Meinungen zu entziehen und sich in das freie, phantasiereiche Gebiet älterer Ahnungen zu versenken.

Man hat es oft eine nicht erfreuliche Betrachtung genannt, daß, indem rein literarische Geistesproducte gewurzelt sind in den Tiefen der Gefühle und der schöpferischen Einbildungskraft, alles, was mit der Empirie, mit Ergründung von Naturerscheinungen und physischer Geseze zusammenhängt, in wenigen Jahrzehenden, bei zunehmender Schärfe der Instrumente und allmäliger Erweiterung des Horizonts der Beobachtung, eine andere Gestalt annimmt; ja, daß, wie man sich auszudrücken pflegt, veraltete, naturwissenschaftliche Schriften als unlesbar der Vergessenheit übergeben sind. Wer von einer ächten Liebe zum Naturstudium und von der erhabenen Würde desselben beseelt ist, kann durch nichts entmuthigt werden, was an eine künftige Vervollkommnung des menschlichen Wissens erinnert. Viele und wichtige Theile dieses Wissens, in den Erscheinungen der Himmelsräume wie in den tellurischen Verhältnissen, haben bereits eine feste, schwer zu erschütternde Grundlage erlangt. In anderen Theilen werden allgemeine Geseze an die Stelle der particulären treten, neue Kräfte ergründet, für einfach gehaltene Stoffe vermehrt oder zergliedert werden. Ein Versuch, die Natur lebendig und in ihrer erhabenen Größe zu schildern, in dem wellenartig wiederkehrenden Wechsel physischer Veränderlichkeit das Beharrliche aufzuspüren, wird daher auch in späteren Zeiten nicht ganz unbeachtet bleiben.

Erstes Buch.

Einleitende Betrachtungen

über

die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses und eine wissenschaftliche Ergründung der Weltgesetze.

(Vorgetragen am Tage der Eröffnung der Vorlesungen in der großen Halle der Sing-Akademie zu Berlin. — Mehrere Einschaltungen gehören einer späteren Zeit an.)

Wenn ich es unternehme, nach langer Abwesenheit aus dem deutschen Vaterlande, in freien Unterhaltungen über die Natur die allgemeinen physischen Erscheinungen auf unserem Erdkörper und das Zusammenwirken der Kräfte im Weltall zu entwickeln, so finde ich mich mit einer zwiefachen Besorgniß erfüllt. Einerseits ist der Gegenstand, den ich zu behandeln habe, so unermesslich und die mir vorgeschriebene Zeit so beschränkt, daß ich fürchten muß, in eine encyclopädische Oberflächlichkeit zu verfallen, oder, nach Allgemeinheit strebend, durch aphoristische Kürze zu ermüden. Anderentheils hat eine vielbewegte Lebensweise mich wenig an öffentliche Vorträge gewöhnt; und in der Befangenheit meines Gemüths wird es mir nicht immer gelingen, mich mit der Bestimmtheit und Klarheit auszudrücken, welche die Größe und die Mannigfaltigkeit des Gegenstandes erheischen. Die Natur aber ist das Reich der Freiheit; und um lebendig die Anschauungen und Gefühle zu schildern, welche ein reiner Natursinn gewährt, sollte auch die Rede stets sich mit der Würde und Freiheit bewegen, welche nur hohe Meisterschaft ihr zu geben vermag.

Wer die Resultate der Naturforschung nicht in ihrem Verhältniß zu einzelnen Stufen der Bildung oder zu den individuellen Bedürfnissen des geselligen Lebens, sondern in ihrer großen Beziehung auf die gesamte Menschheit betrachtet, dem bietet sich, als die erfreulichste Frucht dieser Forschung, der Gewinn dar, durch Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen den Genuß der Natur vermehrt und veredelt zu sehen. Eine solche Veredlung ist aber das Werk der Beobachtung, der Intelligenz und der Zeit, in welcher alle Richtungen der Geisteskräfte sich reflectiren. Wie seit Jahrtausenden das Menschengeschlecht dahin gearbeitet hat, in dem ewig wiederkehrenden Wechsel der Weltgestaltungen das Beharrliche des Gesetzes aufzufinden und so allmählig durch die Macht der Intelligenz den weiten Erdbereich zu erobern, lehrt die Geschichte den, welcher den uralten Stamm unseres Wissens durch die tiefen Schichten der Vorzeit bis zu seinen Wurzeln zu verfolgen weiß. Diese Vorzeit befragen, heißt dem geheimnißvollen Gange der Ideen nachspüren, auf welchem dasselbe Bild, das früh dem inneren Sinne als ein harmonisch geordnetes Ganze, *Kosmos*, vorschwebte, sich zuletzt wie das Ergebnis langer, mühevoll gesammelter Erfahrungen darstellt.

In diesen beiden Epochen der Weltansicht, dem ersten Erwachen des Bewußtseins der Völker und dem endlichen, gleichzeitigen Anbau aller Zweige der Cultur, spiegeln sich zwei Arten des Genusses ab. Den einen erregt, in dem offenen kindlichen Sinne des Menschen, der Eintritt in die freie Natur und das dunkle Gefühl des Einklangs, welcher in dem ewi-

gen Wechsel ihres stillen Treibens herrscht. Der andere Genuß gehört der vollendeteren Bildung des Geschlechts und dem Reflex dieser Bildung auf das Individuum an: er entspringt aus der Einsicht in die Ordnung des Weltalls und in das Zusammenwirken der physischen Kräfte. So wie der Mensch sich nun Organe schafft, um die Natur zu befragen und den engen Raum seines flüchtigen Daseins zu überschreiten, wie er nicht mehr bloß beobachtet, sondern Erscheinungen unter bestimmten Bedingungen hervorzurufen weiß, wie endlich die Philosophie der Natur, ihrem alten, dichterischen Gewande entzogen, den ernsten Charakter einer denkenden Betrachtung des Beobachteten annimmt; treten klare Erkenntniß und Begrenzung an die Stelle dumpfer Ahnungen und unvollständiger Inductionen. Die dogmatischen Ansichten der vorigen Jahrhunderte leben dann nur fort in den Vorurtheilen des Volks und in gewissen Disciplinen, die in dem Bewußtsein ihrer Schwäche sich gern in Dunkelheit hüllen. Sie erhalten sich auch als ein lästiges Erbtheil in den Sprachen, die sich durch symbolisirende Kunstwörter und geistlose Formen verunstalten. Nur eine kleine Zahl sinniger Bilder der Phantasie, welche, wie vom Dufte der Urzeit umflossen, auf uns gekommen sind, gewinnen bestimmtere Umrisse und eine erneuerte Gestalt.

Die Natur ist für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielheit, Verbindung des Mannigfaltigen in Form und Mischung, Inbegriff der Naturdinge und Naturkräfte, als ein lebendiges Ganze. Das wichtigste Resultat des sinnigen physischen Forschens ist daher dieses: in der Mannigfaltigkeit die Einheit zu erkennen, von dem Individuellen alles zu umfassen, was die Entdeckungen der letzteren Zeitalter uns darbieten, die Einzelheiten prüfend zu sondern und doch nicht ihrer Masse zu unterliegen, der erhabenen Bestimmung des Menschen eingedenk, den Geist der Natur zu ergreifen, welcher unter der Dede der Erscheinungen verhüllt liegt. Auf diesem Wege reicht unser Bestreben über die enge Grenze der Sinnenwelt hinaus, und es kann uns gelingen, die Natur begreifend, den rohen Stoff empirischer Anschauung gleichsam durch Ideen zu beherrschen.

Wenn wir zuvörderst über die verschiedenen Stufen des Genusses nachdenken, welchen der Anblick der Natur gewährt, so finden wir, daß die erste unabhängig von der Einsicht in das Wirken der Kräfte, ja fast unabhängig von dem eigenthümlichen Charakter der Gegend ist, die uns umgiebt. Wo in der Ebene, einförmig, gesellige Pflanzen den Boden bedecken und auf grenzenloser Ferne das Auge ruht, wo des Meeres Wellen das Ufer sanft bespülen und durch Ulven und grünen Setaang ihren Weg bezeichnen: überall durchdringt uns das Gefühl der freien Natur, ein dumpfes Ahnen ihres „Bestehens nach inneren ewigen Gesetzen“. In solchen Anregungen ruht eine geheimnißvolle Kraft; sie sind erweiternd und lindernd, stärken und erfrischen den ermüdeten Geist, besänftigen oft das Gemüth, wenn es schmerzlich in seinen Tiefen erschüttert oder vom wilden Drange der Leidenschaften bewegt ist. Was ihnen ernstes und feierliches bewohnt, entspringt aus dem fast bewußtlosen Gefühle höherer Ordnung und innerer Gesetzmäßigkeit der Natur; aus dem Eindruck ewig wiederkehrender Gebilde, wo in dem Besonderen des Organismus das Allgemeine sich spiegelt; aus dem Contraste zwischen dem sittlich Unendlichen und der eigenen Beschränktheit, der wir zu entfliehen streben. In jedem Erdstriche, überall, wo die wechselnden Gestalten des Thier- und Pflanzenlebens sich darbieten, auf jeder Stufe intellectueller Bildung sind dem Menschen diese Wohlthaten gewährt.

Ein anderer Naturgenuß, ebenfalls nur das Gefühl ansprechend, ist der, welchen wir nicht dem bloßen Eintritt in das Freie (wie wir tief bedeutsam in unserer Sprache sagen), sondern dem individuellen Charakter einer Gegend, gleichsam der physiognomischen Gestaltung der Oberfläche unseres Planeten verdanken. Eindrücke solcher Art sind lebendiger, bestimmter und deshalb für besondere Gemüthszustände geeignet. Bald ergreift uns die Größe der Naturmassen im wilden Kampfe der entzweiten Elemente oder, ein Bild des Unbeweglich-Starren, die Dede der unermesslichen Grasfluren und Steppen, wie in dem gestaltlosen Flachlande der neuen Welt und des nördlichen Asiens; bald fesselt

uns, freundlicheren Bildern hingegeben, der Anblick der bebauten Flur, die erste Ansiedelung des Menschen, von schroffen Felschichten umringt, am Rande des schäumenden Gießbachs. Denn es ist nicht sowohl die Stärke der Anregung, welche die Stufen des individuellen Naturgenusses bezeichnet, als der bestimmte Kreis von Ideen und Gefühlen, die sie erzeugen und welchen sie Dauer verleihen.

Darf ich mich hier der eigenen Erinnerung großer Naturscenen überlassen, so gedenke ich des Oceans, wenn in der Milde tropischer Nächte das Himmelsgewölbe sein planetarisches, nicht funkelndes Sternenlicht über die sanftwogende Wellenfläche ergießt; oder der Waldthäler der Cordilleren, wo mit kräftigem Triebe hohe Palmenstämme das düstere Laubdach durchbrechen und als Säulengänge hervorragen, „ein Wald über dem Walde“ *); oder des Pico von Teneriffa, wenn horizontale Wolkenschichten den Aschenkegel von der unteren Erdoberfläche trennen, und plötzlich durch eine Oeffnung, die der aufsteigende Luftstrom bildet, der Blick von dem Rande des Kraters sich auf die weinbefränzten Hügel von Orotava und die Hesperidengärten der Küste hinabsenkt. In diesen Scenen ist es nicht mehr das stille, schaffende Leben der Natur, ihr ruhiges Treiben und Wirken, die uns ansprechen; es ist der individuelle Charakter der Landschaft, ein Zusammenfließen der Umrisse von Wolken, Meer und Küsten im Morgendufte der Inseln; es ist die Schönheit der Pflanzenformen und ihrer Gruppierung. Denn das Ungemessene, ja selbst das Schreckliche in der Natur, alles, was unsere Fassungskraft übersteigt, wird in einer romantischen Gegend zur Quelle des Genusses. Die Phantasie übt dann das freie Spiel ihrer Schöpfungen an dem, was an den Sinnen nicht vollständig erreicht werden kann; ihr Wirken nimmt eine andere Richtung bei jedem Wechsel in der Gemüthsbestimmung des Beobachters. Getäuscht glauben wir von der Außenwelt zu empfangen, was wir selbst in diese gelegt haben.

Wenn nach langer Seefahrt, fern von der Heimath, wir zum ersten Male ein Tropenland betreten, erfreut uns, an schroffen Felswänden, der Anblick derselben Gebirgsarten (des Thonschiefers oder des basaltartigen Mandelsteins), die wir auf europäischem Boden verließen und deren Alverbreitung zu beweisen scheint, es habe die alte Erdrinde sich unabhängig von dem äußeren Einfluß der jetzigen Klimate gebildet; aber diese wohlbekannte Erdrinde ist mit den Gestalten einer fremdartigen Flora geschmückt. Da offenbart sich uns, den Bewohnern der nordischen Zone, von ungewohnten Pflanzenformen, von der überwältigenden Größe des tropischen Organismus und einer erotischen Natur umgeben, die wunderbar aneignende Kraft des menschlichen Gemüthes. Wir fühlen uns so mit allem Organischen verwandt, daß, wenn es anfangs auch scheint, als müsse die heimische Landschaft, wie ein heimischer Volksdialekt, uns zutraulicher, und durch den Reiz einer eigenthümlichen Natürlichkeit uns inniger anregen, als jene fremde üppige Pflanzenfülle, wir uns doch bald in dem Palmen-Klima der heißen Zone eingebürgert glauben. Durch den geheimnißvollen Zusammenhang aller organischen Gestaltung (und unbewußt liegt in uns das Gefühl der Nothwendigkeit dieses Zusammenhangs) erscheinen unserer Phantasie jene erotischen Formen wie erhöht und veredelt aus denen, die unsere Kindheit umgaben. So leiten dunkle Gefühle und die Verfettung sinnlicher Anschauungen, wie später die Thätigkeit der combinirenden Vernunft, zu der Erkenntniß, welche alle Bildungsstufen der Menschheit durchdringt, daß ein gemeinsames, geselliges und darum ewiges Band die ganze lebendige Natur umschlinge.

Es ist ein gewagtes Unternehmen, den Zauber der Sinnenwelt einer Zergliederung seiner Elemente zu unterwerfen. Denn der großartige Charakter einer Gegend ist vorzüglich dadurch bestimmt, daß die eindruckreichsten Naturerscheinungen gleichzeitig vor die Seele treten, daß eine Fülle von Ideen und Gefühlen gleichzeitig erregt werde. Die Kraft einer solchen über das Gemüth errungenen Herrschaft ist recht eigentlich an die

*) Dieser Ausdruck ist einer schönen Waldbeschreibung in Bernardin's de St. Pierre Paul et Virginie entlehnt.

Einheit des Empfundnenen, des Nicht-Entfalteten geknüpft. Will man aber aus der objectiven Verschiedenheit der Erscheinungen die Stärke des Totalgefühls erklären, so muß man sondernd in das Reich bestimmter Naturgestalten und wirkender Kräfte hinabsteigen. Den mannigfaltigsten und reichsten Stoff für diese Art der Betrachtungen gewährt die landschaftliche Natur im südlichen Asien oder im Neuen Continente, da wo hohe Gebirgsmassen den Boden des Lustmeers bilden und wo dieselben vulkanischen Mächte, welche einst die lange Andesmauer aus tiefen Erdspalten emporgehoben, jetzt noch ihr Werk zum Schrecken der Anwohner oft erschüttern.

Naturgemälde, nach leitenden Ideen an einander gereiht, sind nicht allein dazu bestimmt unseren Geist angenehm zu beschäftigen; ihre Reihenfolge kann auch die Graduation der Natureindrücke bezeichnen, deren allmählig gesteigerten Intensität wir aus der einförmigen Leere pflanzenloser Ebenen bis zu der üppigen Blüthenfülle der heißen Zone gefolgt sind. Wenn man als ein Bild der Phantasie den Pilatus auf das Schreckhorn*), oder unsere Sudetische Schneefoppe auf den Montblanc aufthürmt, so hat man noch nicht eine der größten Höhen der Andeskette, den Chimborazo, die doppelte Höhe des Aetna erreicht; wenn man auf den Chimborazo den Rigi oder den Athos thürmt, so schaffen wir uns ein Bild von dem höchsten Gipfel des Himalaya-Gebirges, dem Dhawalagiri. Obgleich das indische Gebirge in der Größe seiner colossalen, jetzt durch wiederholte Messung wohl bestimmten Massen die Andeskette weit übertrifft, so gewährt ihr Anblick doch nicht die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, welche die Cordilleren von Süd-Amerika charakterisiren. Höhe allein bestimmt nicht den Eindruck der Natur. Die Himalaya-Kette liegt schon weit außerhalb der Grenze tropischer Klimate. Raum verirrt sich eine Palme†)

*) Diese Vergleichen sind nur Annäherungen. Die genaueren Elemente (Höhen über der Meeresfläche) folgen hier: Schnee- oder Niesenfoppe in Schlessien 824 Toisen nach Ballaschka; Rigi 923 \mathcal{L} , wenn man die Oberfläche des Vierwaldstädter Sees (Eschmann, Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz, 1840, S. 230) zu 223 \mathcal{L} annimmt; Athos nach Gav. Gautier 1060 \mathcal{L} ; Pilatus 1180 \mathcal{L} ; Aetna 1700,4 \mathcal{L} oder 10874 engl. Fuß nach Cap. Smyth; zufolge einer Barometer-Messung von Sir John H. W. Herschel, die er mir 1825 schriftlich mitgetheilt, 10876 engl. Fuß oder 1700,7 \mathcal{L} ; nach Höhenmessungen, die Cacciatori in Palermo gemessen, und die terrestrische Strahlendrehung zu 0,076 angenommen, 10898 engl. Fuß oder 1704 \mathcal{L} ; Schreckhorn 2093 \mathcal{L} ; Jungfrau 2145 \mathcal{L} , nach Tralles; Montblanc nach den von Roger discutirten Resultaten 2467 \mathcal{L} . (Bibl. Univ., Mai 1828, p. 24–53), nach Carlini, vom Berg Colombar aus 1821 bestimmt, 2460 \mathcal{L} , durch östreichische Ingenieure vom Treloz und Glacier d'Ambin aus 2463 \mathcal{L} . (die wirkliche Höhe der Schweizer Schneeberge schwankt, wegen der veränderlichen Dicke der Schneedecke, nach Herrn Eschmann um $\frac{1}{2}$ \mathcal{L}); Chimborazo nach meiner trigonometrischen Messung 3550 \mathcal{L} . (Humboldt, Rec. d'Obs. astr. T. I. p. LXXIII); Dhawalagiri 4390 \mathcal{L} . Alle diese Vergleichen sind in Toisen, zu 6 Pariser Fuß, angegeben. Da zwischen den Bestimmungen von Blake und Webb 70 \mathcal{L} Unterschied sind, so ist hier zu bemerken, daß die Höhenbestimmung des Dhawalagiri (oder wie ich in *Berges*, nach den Sanskrit-Wörtern dhawala, weiß, und giri, Berg) nicht auf dieselbe Genauigkeit Anspruch machen kann, als die Höhenbestimmung des Jawahir (4027 \mathcal{L} , = 21160 par. Fuß = 25749 engl. Fuß = 7848 Meter), die sich auf eine vollständige trigonometrische Messung gründet (s. Herbert und Hodgson in *Asiat. Res. Vol. XIV.* p. 189 und Suppl. to *Encycl. Brit. Vol. IV.* p. 643). Ich habe an einem anderen Orte gezeigt (*Ann. des sciences nat. mars 1825*), wie die Messung des Dhawalagiri (4391 \mathcal{L} , = 26345 par. Fuß = 28077 engl. Fuß = 8558 Meter) von mehreren nicht

ganz sicher ergründeten Elementen (astronomischen Ortsbestimmungen und Klimaten) zugleich abhängt (Humboldt, *Asie centrale* T. III. p. 282). Noch unbegründeter ist die Vermuthung, daß in der Tartarie Chaim (im Norden von Tibet, gegen die Gebirgskette Auenlün hin) einige Schneegipfel die Höhe von 30000 engl. Fuß (4691 \mathcal{L} , fast die doppelte Höhe des Montblanc) oder wenigstens 29000 engl. Fuß (4535 \mathcal{L}) erreichen sollten (Capt. Alexander Gerard's and John Gerard's *Journey to Boorendo Pass* 1840, Vol. I. p. 143 und 311). Der Chimborazo ist im Orte nur „einer der höchsten Gipfel der Andeskette“ genannt, da im Jahr 1827 der feuntisfreiche und talentvolle Reisende, Herr Pentland, auf seiner denkwürdigen Expedition nach dem Oberen Peru (Bolivia) zwei Berge östlich vom See von Titicaca, den Sorata (3948 \mathcal{L} , = 23688 var. Fuß = 7696 Meter) und Illimani (3753 \mathcal{L} , = 22518 var. Fuß = 7315 Meter), gemessen hat, welche die Höhe des Chimborazo (3350 \mathcal{L} , = 20100 par. Fuß = 6530 Meter) weit übersteigen und der Höhe des Jawahir (4027 \mathcal{L}), des größten aller im Himalaya bisher genau gemessenen Berge ziemlich nahe kommen. Der Montblanc (2467 \mathcal{L} , = 14802 par. Fuß = 4808 Meter) ist demnach 883 \mathcal{L} niedriger als der Chimborazo, der Chimborazo 598 \mathcal{L} niedriger als der Sorata, der Sorata 79 \mathcal{L} niedriger als der Jawahir, aber wahrscheinlich 443 \mathcal{L} niedriger als der Dhawalagiri. In dieser Note sind die Berghöhen schon deshalb genauer und theilweise in verschiedenartigen Maassen angegeben worden, weil durch falsche Reductionen dieser Maße sich in vielen neueren Karten und Profilen ganz irrige numerische Resultate vergleicht finden. Nach einer neueren Messung (1838) des Illimani durch Pentland hat der Berg 7275 Meter (3732 \mathcal{L}), ein Unterschied von kaum 21 \mathcal{L} im Vergleich der Messung von 1827.

†) Der Mangel von Palmen und baumartigen Farn in den temperirten Vorgebirgen des Himalaya zeigt sich in Don's *Flora Nepalensis* (1825), wie in dem lithographirten, so merkwürdigen Catalogus von Wallich's *Flora Indica*, einem Verzeichniß, welches die ungeheure

bis in die schönen Thäler der Vorgebirge von Nepaul und Kumaon. Unter dem 28sten und 34sten Grade der Breite, am Abhange des alten Paropamisus, entfaltet die vegetabilische Natur nicht mehr die Fülle baumartiger Farnkräuter und Gräser, großblüthiger Orchideen und Bananen-Gewächse, welche unter den Wendekreisen bis zu den Hochebenen hinaufsteigen. Unter dem Schatten der cederartigen Deodwara-Bichte und großblättriger Eichen bedecken das granatartige Gestein europäische und nordasiatische Pflanzenformen. Es sind nicht dieselben Arten, aber ähnliche Gebilde: Wachholder, Alpen-Virken, Gentianen, Parnassien und stachelige Ribes-Arten. *) Dem Himalaya fehlen die wechselnden Erscheinungen thätiger Vulkane, welche in der indischen Inselwelt drohend an das innere Leben der Erde mahnen. Auch fängt, wenigstens an seinem südlichen Abhange, wo die feuchtere Luft Hindustans ihren Wassergehalt absetzt, der ewige Schnee meist schon in der Höhe von eilf- bis zwölftausend Fuß an, und setzt so der Entwicklung des organischen Lebens eine frühere Grenze als in den Aequinoctial-Gegenden von Südamerika, wo der Organismus fast zweitausend sechshundert Fuß höher verbreitet ist. †)

Zahl von 7683, freilich noch nicht hinlänglich untersucht und geordneten, aber fast allein phanerogamischen Himalaya Species enthält. Von Nepaul (Fr. 26⁴—27⁴) kennen wir bisher nur eine Palmenart, Chamaerops Martiana Wall. Plantae Asiat. T. III. p. 5. t. 211), auf einer Höhe von 5000 Fuß über dem Meere, in dem schattigen Thale Yunipa. Der prachtvolle, baumartige Farn Alsophila Brunonianana Wall., von dem das Britische Museum einen 45 Fuß langen Stamm seit 1831 besitzt, ist nicht aus Nepaul, sondern aus den Bergen von Silhet, nordöstlich von Calcutta, in Fr. 24^o 50'. Der Nepaulische Farn Paraneura cyathoides Don, einer Sphaeropteris barbata Wall. (Pl. Asiat. T. I. p. 42. t. 48), ist zwar der Coarctea, von der ich in den südamerikanischen Missionen von Carive eine 30 Fuß hohe Species gesehen habe, nahe verwandt, aber kein eigentlicher Baum.

*) Ribes nubicola, R. glaciale, R. grossularia. Den Charakter der Himalaya-Vegetation bezeichnen acht Pinus-Arten, trotz eines Auspruchs der Alten über „das östliche Asien“ (Strabo lib. XI. p. 510 Cas.), 25 Eichen, 4 Birken, 2 Aesculus, (der hundert Fuß hohe wilde Kastanienbaum von Kaskmir wird bis 33^o nördl. Breite von einem großen weißen Affen, mit schwarzem Gesichte, benutzt. Carl von Hügel, Kaskmir 1840, Th. II. S. 249), 7 Ahorn, 12 Weiden, 14 Rosen, 3 Erdbeer-Arten, 7 Alpenrosen (Rhododendra), deren eine 20 Fuß hoch, und viele andere nördliche Gehalten. Unter den Coniferen ist Pinus Deodwara oder Deodara (eigentlich im Sanskrit dōwa-dāru, Götter-Bauholz) dem Pinus oedrus nahe verwandt. Nahe am ewigen Schnee prangen mit großen Blüthen Gentiana voustata, G. Moorcroftiana, Swertia purpurascens, S. speciosa, Parnassia armata, P. nubicola, Paeonia Emodi, Tulipa stellata; ja selbst neben den dem indischen Hochgebirge eigenthümlichen Arten europäischer Pflanzengattungen finden sich auch acht europäische Species wie Leontodon taraxacum, Prunella vulgaris, Galium Aparine, Thlaspi arvense. Das Heidekraut, dessen schon Saunders in Turner's Reise erwähnt, und das man sogar mit Calluna vulgaris verwechselt hat, ist eine Andromeda, ein Jacum, das für die Geographie der asiatischen Pflanzen von großer Wichtigkeit ist. Wenn ich mich in dieser Note des unphilosophischen Ausdrucks: europäische Formen, oder europäische Arten, mißwachtend in Asien, bediene, so geschieht es als Folge des alten, botanischen Sprachgebrauchs, welcher der Idee der räumlichen Verbreitung, oder vielmehr der Coexistenz des Organischen die geschichtliche Hypothese einer Einwanderung sehr dogmatisch unterschiebt, ja aus Vorliebe für europäische Cultur die Wanderung von Westen nach Osten voraussetzt.

†) Schneegrenze an dem südlichen Abfall der Hima-

laya-Kette 2030 T. (12180 Fuß) über der Meeresfläche, am nördlichen Abfall, oder vielmehr in den Gipseln, die sich am südlichen Abfall (tatarischen) Plateau erheben, 2600 T. (15600 Fuß) in 30⁴ bis 32^o Breite, wenn unter dem Aequator in der Andesfette von Quito die Schneegrenze 2470 T. (14820 Fuß) hoch liegt. Dies ist das Resultat, welches ich aus der Zusammenstellung vieler Angaben von Webb, Gerard, Serbert und Moorcroft gezogen. S. meine beiden Mémoires sur les Montagnes de l'Inde von 1816 und 1820 in den Annales de Chimie et de Physique T. III. p. 303; T. XIV. p. 6, 22, 50. Die größere Höhe, zu der sich am tibetanischen Abfall die ewige Schneegrenze zurückzieht, ist eine gleichzeitige Folge der Wärmestrahlung der nahen Hochebene, der Heiterkeit des Himmels, der Seltenheit der Schneebildung in sehr kalter und trockner Luft (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 281—326. Das Resultat der Schneehöhe auf beiden Abfällen des Himalaya, welches ich als das wahrscheinlichere annehmen, hatte für sich Colebrooke's große Autorität. „Auch ich finde“, schrieb er mir im Junius 1824, „die Höhe des ewigen Schnees nach den Materialien, die ich besitze, an dem südlichen Abfall unter dem Parallelfreis von 31^o zu 13000 engl. Fuß (2033 T.). Webb's Messungen würden mir 13500 engl. Fuß (2111 T.), also 500 Fuß mehr als Capitän Hodgson's Beobachtungen, geben. Gerard's Messungen bestätigen vollkommen Ihre Angabe, daß die Schneelinie nördlich höher als südlich liegt.“ Erst in diesem Jahre (1840) haben wir endlich durch Herrn Lloyd den Abdruck des gesammelten Tagebuchs beider Brüder Gerard erhalten (Narrative of a Journey from Caunpoor to the Boorendo Pass in the Himalaya by Capt. Alexander Gerard and John Gerard, edited by George Lloyd. Vol. I. p. 291, 311, 320, 327 und 341). Dieses über einzelne Localitäten ist zusammengebrängt in Visit to the Shatool, for the purpose of determining the line of perpetual snow on the southern face of the Himalaya, in Aug. 1822; aber leider verwechseln die Reisenden immer die Höhe, in der sporadisch Schnee fällt, mit dem Maximum der Höhe, auf welcher die Schneelinie über der tibetanischen Hochebene sich erhebt. Capt. Gerard unterscheidet die Gipfel in der Mitte der Hochebene, deren ewige Schneegrenze er zu 18000 bis 19000 engl. F. (2815 bis 2971 T.) bestimmt, und die nördlichen Abfälle der Himalaya-Kette, welche den Durchbruch des Sutledge begrenzen, und wo die Hochebene tief durchsüdt ist und also wenig Wärme strahlen kann. Das Dorf Langno wird nur zu 9300 engl. Fuß oder 1454 T. angegeben, während das Plateau um den heiligen See Manasa 17000 engl. F. oder 2658 T. hoch liegen soll. Bei dem Durchbruch der Kette findet Cap. Gerard den Schnee an dem nördlichen Abfall sogar um 500 engl. F. (78 T.)

Die dem Aequator nahe Gebirgsgegend hat einen anderen nicht genugsam beachteten Vorzug; es ist der Theil der Oberfläche unsres Planeten, wo im engsten Raume die Mannigfaltigkeit der Natureindrücke ihr Maximum erreicht. In der tief gefurchten Unbesetzte von Neu-Granada und Quito ist es dem Menschen gegeben, alle Gestalten der Pflanzen und alle Gestirne des Himmels gleichzeitig zu schauen. Ein Blick umfaßt Heliconien, hochgefiederte Palmen, Bambusen, und über diesen Formen der Tropenwelt: Eichenwälder, Mespilus-Arten und Dolden-Gewächse, wie in unsrer deutschen Heimath; ein Blick umfaßt das südliche Kreuz, die Nagelhanischen Wolken und die leitenden Sterne des Bären, die um den Nordpol kreisen. Dort öffnen der Erde Schooß und beide Hemisphären des Himmels den ganzen Reichthum ihrer Erscheinungen und verschiedenartigen Gebilde; dort sind die Klimate, wie die durch sie bestimmten Pflanzen-Zonen schichtenweise über einander gelagert; dort die Geseze abnehmender Wärme, dem aufmerksamen Beobachter verständlich, mit ewigen Zügen in die Felsenwände der Unbesetzte, am Abhange des Gebirges, eingegraben. Um diese Versammlung nicht mit Ideen zu ermüden, die ich versucht habe*) in einem eigenen Werke über die Geographie der Pflanzen bildlich

niedriger, als am südlichen, gegen Indien geführten Abfall. An letzterem wird die Schneegrenze von ihm zu 15000 engl. Fuß (2346 L.) geschätzt. Die Vegetations-Verhältnisse bieten die auffallendsten Unterschiede zwischen der tibetanischen Hochebene und dem südlichen indischen Abhange der Himalaya-Kette dar. In letzterem steigt die Felsernte, bei der der Palm aber oft noch grün abgemäht wird, nur zu 1560 L., die obere Waldgrenze mit hoch hohen Eichen und Denadaru-Bäumen zu 1870 L., niedere Zwergbirken zu 2030 L. Auf der Hochebene sah Capt. Gerard Weidenpläze bis 2660 L.; Cerealien gedeihen bis 2200, ja bis 2900 L. Birken in hohen Stämmen bis 2200 L., kleines Buschwerk, als Brennholz dienend, bis 2660 L., d. i. 200 L. höher als die ewige Schneegrenze unter dem Aequator in Quito. Es ist überaus wünschenswerth, daß von Neuem, und zwar von Reisenden, die an allgemeine Ansichten gewöhnt sind, sowohl die mittlere Höhe des tibetanischen Tafellandes, die ich zwischen dem Himalaya und Kuensün nur zu 1800 L. annehme, wie auch das Verhältniß der Schneehöhen an dem nördlichen und südlichen Abfalle erforscht werde. Man hat bisher oft Schätzungen mit wirklichen Messungen, die Höhen einzeln über dem Tafellande hervor ragender Gipfel mit der umgebenden Ebene verwechselt (vgl. Carl Zimmermann's scharfsinnige hypsometrische Bemerkungen in seiner Geographischen Analyse der Karte von Inner-Asien 1841, S. 98). Lord macht aus einen Gegensatz aufmerkfam zwischen den Höhen des ewigen Schnees an den beiden Abfällen des Himalaya und der Alpenkette Hindufusch. „Bei der letzteren Kette“, sagt er, „liegt das Tafelland in Süden, und deshalb ist die Schneehöhe am südlichen Abhange größer; umgekehrt als am Himalaya, der von warmen Ebenen in Süden, wie der Sindufusch in Norden, begrenzt ist. So viel auch noch im Einzelnen die hier behandelten hypsometrischen Angaben kritischer Berichtigungen bedürfen, so steht doch die Thatfache fest, daß die wunderbare Gestaltung eines Theils der Erdoberfläche in Inner-Asien dem Menschengeschlechte verleiht: Mäßigkeit der Verbreitung, Nahrung, Brennstoffe und Ansiedelung in einer Höhe über der Meeresfläche, die in fast allen anderen Theilen beider Continente (doch nicht in dem dünnen, schneearmen Bolivia, wo Pentland die Schneegrenze unter 16°—17° südlicher Breite im Jahr 1838 in einer Mittelhöhe von 2450 L. fand) ewig mit Eis bedeckt ist. Die mit wahrscheinlichsten Unterschiede der nördlichen und südlichen Abhänge der Himalaya-Kette in Hinsicht auf den ewigen Schnee sind auch durch die Barometer-Messungen von Victor Jacquemont, welcher so früh ein unglückliches Opfer seiner edeln und rastlosen Thätigkeit wurde, vollkommen bestätigt worden (s. dessen Correspondance pendant son Voyage dans

l'Inde 1833 T. I. p. 291, und Voyage dans l'Inde pendant les années 1828 à 1832, Livr. 23, p. 290, 296, 299). „Les neiges perpétuelles“, sagt Jacquemont, „descendant plus bas sur la pente méridionale de l'Himalaya, que sur les pentes septentrionales, et leur limite s'élève constamment à mesure que l'on s'éloigne vers le nord de la chaîne qui borde l'Inde. Sur le Col de Kionbrong à 5581 mètres (2863 t.) de hauteur selon le Capitaine Gerard je me trouvais encore bien au-dessous de la limite des neiges perpétuelles que dans cette partie de l'Himalaya je croirais (wohl viel zu hoch geschätzt!) de 6000 mètres ou 3078 t.“ Zu welcher Höhe, sagt der benannte Reisende, man sich auf dem südlichen Abfall erhebe, immer behält das Klima denselben Charakter, dieselbe Abtheilung der Jahreszeiten, wie in den indischen Ebenen. „Das Sommer-Solstitium führt dort dieselben Regengüsse herbei, welche ohne Unterbrechung bis zum Herbst-Aequinoctium dauern. Erst von Kasmir an, das ich 5350 engl. Fuß“ (837 L., also fast wie die Städte Meriba und Yopapan) „gesunden, beginnt ein neues, ganz verschiedenartiges Klima“ (Jacquemont Corresp. T. II. p. 58 und 74). Die Neussens treiben, wie Leopold von Buch scharfsinnig bemerkt, die feuchte und warme Seclust des indischen Tieflandes nicht über die Vornauer des Himalaya hinaus in das jenseitige tibetanische Gebiet von Kabal und Passa. Carl von Hügel schätzt die Höhe des Thales von Kasmir über der Meeresfläche, nach dem Siedepunkt des Wassers bestimmt, (Zb. II. S. 155 und Journal of the Geogr. Soc. T. 6. p. 215) zu 5818 engl. Fuß oder 910 L. In diesem ganz windstillen und fast gewitterlosen Thale, unter 34° 7' Breite, liegt der Schnee vom December bis März mehrere Fuß hoch.

*) Siehe im Allgemeinen: mein Essai sur la Géographie des plantes et Tableau Physique des Régions équinoxiales 1807, p. 80—88; über die Schwankungen der Temperatur bei Tage und bei Nacht die Pl. 9 meines Atlas géogr. et phys. du Nouveau Continent und die Tabellen meines Werkes De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium 1817 p. 90—116, den meteorologischen Theil meiner Asia centrale T. III. p. 212—224; endlich die neuere und weit genauere Darstellung der mit der Höhe abnehmenden Temperatur in der Unbesetzte in Boussingault's Memoire sur la profondeur à laquelle on trouve la couche de température invariable sous les tropiques (Ann. de Chimie et de Physique 1833, T. LIII. p. 225—247.) Diese Abhandlung enthält die Bestimmung der Höhe und der mittleren Temperatur von 128 Punkten von der Meeresfläche an bis zum Abhange des Antifana in 2800 L. Höhe, zwischen 27°,5 und 1°,7 Cent. Luftwärme.

darzustellen, hebe ich hier nur einige wenige Erinnerungen aus dem „Naturgemälde der Tropengegend“ hervor. Was in dem Gefühle umrislos und dufstig, wie Bergluft, verschmilzt, kann von der, nach dem Causalzusammenhang der Erscheinungen grübelnden Vernunft nur in einzelne Elemente zerlegt, als Ausdruck eines individuellen Naturcharakters, begriffen werden. Aber in dem wissenschaftlichen Kreise, wie in den heiteren Kreisen der Landschaft=Dichtung und Landschaft=Malerei, gewinnt die Darstellung um so mehr an Klarheit und objectiver Lebendigkeit, als das Einzelne bestimmt aufgefaßt und begrenzt ist.

Sind die tropischen Länder eindruckreicher für das Gemüth durch Fülle und Ueppigkeit der Natur, so sind sie zugleich auch (und dieser Gesichtspunkt ist der wichtigste in dem Ideen= gange, den ich hier verfolge) vorzugsweise dazu geeignet, durch einformige Regelmäßigkeit in den meteorologischen Processen des Luftkreises und in der periodischen Entwicklung des Organismus, durch scharfe Scheidung der Gestalten bei senkrechter Erhebung des Bodens, dem Geiste die gesetzmäßige Ordnung der Himmelsräume, wie abgespiegelt in dem Erbe= leben, zu zeigen. Mögen wir einige Augenblicke bei diesem Bilde der Regelmäßigkeit, die selbst an Zahlenverhältnisse geknüpft ist, verweilen!

In den heißen Ebenen, die sich wenig über die Meeresfläche der Südsee erheben, herrscht die Fülle der Pifang=Gewächse, der Cycadeen und Palmen; ihr folgen, von hohen Thalwänden beschattet, baumartige Farnkräuter und, in üppiger Naturkraft, von kühlem Wolkennebel unaufhörlich getränkt und erfrischt, die Cinchonon, welche die lange verkannte wohlthätige Fiebertinde geben. Wo der hohe Baummwuchs aufhört, blühen, gesellig an einander gedrängt, Aralien, Tibibaudien und myrtenblättrige Andromeden. Einen pur= purrothen Gürtel bildet die Alpenrose der Cordilleren, die harzreiche Befaria. Dann ver= schwinden allmählig, in der stürmischen Region der Paramos, die höheren Gesträuche und die großblüthigen Kräuter. Rieson=tragende Monocotyledonen bedecken einformig den Boden: eine unaufsehbare Grasflur, gelb leuchtend in der Ferne; hier weiden einsam das Kameel=Schaf und die von den Europäern eingeführten Kinder. Wo die nackten Fels= klippen trachytartigen Gesteins sich aus der Rasendecke emporheben, da entwickeln sich bei mangelnder Dammerde, nur noch Pflanzen niederer Organisation; die Schaar der Flech= ten, welche der dünne, kohlenstoffarme Luftkreis dürrig ernährt, Parmelien, Lecideen und der vielfarbige Keimstaub der Leprarien. Inseln frisch gefallenem Schnees verhüllen hier die letzten Regungen des Pflanzenlebens, bis, scharf begrenzt, die Zone des ewigen Eises beginnt. Durch die weißen, wahrscheinlich hohlen, glockenförmigen Gipfel streben, doch meist vergebens, die unterirdischen Mächte auszubrechen. Wo es ihnen gelungen ist durch runde, fesselförmige Feuerschlünde oder langgebedhte Spalten mit dem Luftkreise in blei= benden Verkehr zu treten, da stoßen sie, fast nie Laven, aber Kohlen säure, Schwefelhydrate und heiße Wasserdämpfe aus.

Ein so erhabenes Schauspiel konnte bei den Bewohnern der Tropenwelt, in dem ersten Andränge roher Naturgefühle, nur Bewunderung und dumpfes Erstaunen erregen. Der innere Zusammenhang großer, periodisch wiederkehrender Erscheinungen, die einfachen Geseze, nach denen diese Erscheinungen sich zonenweise gruppiren, bieten sich dort allerdings dem Menschen in größerer Klarheit dar; aber bei den Ursachen, welche in vielen Theilen dieses glücklichen Erdstrichs dem localen Entstehen hoher Vestigung entgegenreten, sind die Vortheile eines leichteren Erkennens jener Geseze (so weit geschichtliche Kunde reicht) un= benützt geblieben. Gründliche Untersuchungen der neuesten Zeit haben es mehr als zwei= felhaft gemacht, daß der eigentliche Ursiz indischer Cultur, einer der herrlichsten Blüthen des Menschengeschlechts, deren südöstlichste Verbreitung Wilhelm v. Humboldt in seinem großen Werke *) „über die Kawi=Sprache“ entwickelt hat, innerhalb der Wendekreise ge=

*) Ueber die Kawi=Sprache auf der Insel Java, geistige Entwicklung des Menschengeschlechts von Wil= nebst einer Einleitung über die Verschiedenheit des helm v. Humboldt, 1836. Bb. I. S. 5—310. menschlichen Sprachbaues und ihren Einfluß auf die

wesen sei. Airyana Vaejō, das alte Zendland, lag im Nordwesten des oberen Indus; und nach dem religiösen Zwiespalt, dem Abfall der Iranier vom brahmanischen Institute und ihrer Trennung von den Indern hat bei diesen die ursprünglich gemeinschaftliche Sprache ihre eigenthümliche Gestaltung, wie das bürgerliche Wesen seine Ausbildung im Magadha *) oder Madhya Desa, zwischen der kleinen Windhya-Kette und dem Himalaya, erlangt.

Tiefere Einsicht in das Wirken der physischen Kräfte hat sich (trotz der Hindernisse, welche, unter höheren Breiten, verwickelte örtliche Störungen in den Naturprocessen des Dunstkreises oder in der klimatischen Verbreitung organischer Gebilde dem Auffinden allgemeiner Gesetze entgegenstellen) doch nur, wenn gleich spät, bei den Volksstämmen gefunden, welche die gemäßigte Zone unserer Hemisphäre bewohnen. Von daher ist diese Einsicht in die Tropenregion und in die ihr nahen Länder durch Völkerzüge und fremde Ansiedler gebracht worden: eine Verpflanzung wissenschaftlicher Cultur, die auf das intellectuelle Leben und den industriellen Wohlstand der Colonien, wie der Mutterstaaten, gleich wohlthätig eingewirkt hat. Wir berühren hier den Punkt, wo, in dem Contact mit der Sinnenwelt, zu den Anregungen des Gemüthes sich noch ein anderer Genuß gesellt, ein Naturgenuß, der aus Ideen entspringt: da wo in dem Kampf der streitenden Elemente das Ordnungsmäßige, Gesetzmäßige nicht bloß geahndet, sondern vernunftmäßig erkannt wird, wo der Mensch, wie der unsterbliche Dichter †) sagt:

„sucht den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht“.

Um diesen Naturgenuß, der aus Ideen entspringt, bis zu seinem ersten Keime zu verfolgen, bedarf es nur eines flüchtigen Blicks auf die Entwicklungsgeschichte der Philosophie der Natur oder der alten Lehre vom Kosmos.

Ein dumpfes, schauervolles Gefühl von der Einheit der Naturgewalten, von dem geheimnißvollen Bande, welches das Sinnliche und Uebersinnliche verknüpft, ist allerdings (und meine eigenen Reisen haben es bestätigt) selbst wilden Völkern eigen. Die Welt, die sich dem Menschen durch die Sinne offenbart, schmilzt, ihm selbst fast unbewußt zusammen mit der Welt, welche er, inneren Anklängen folgend, als ein großes Wunderland, in seinem Busen aufbaut. Diese aber ist nicht der reine Abglanz von jener; denn so wenig auch noch das Aeußere von dem Inneren sich loszureißen vermag, so wirkt doch schon unaufhaltsam, bei den rohesten Völkern, die schaffende Phantasie und die symbolisirende Abndung des Bedeutsamen in den Erscheinungen. Was bei einzelnen mehr begabten Individuen sich als Rudiment einer Naturphilosophie, gleichsam als eine Vernunftanschauung darstellt, ist bei ganzen Stämmen das Product instinctiver Empfänglichkeit. Auf diesem Wege, in der Tiefe und Lebendigkeit dumpfer Gefühle, liegt zugleich der erste Antrieb zum Kultus, die Heiligung der erhaltenden, wie der zerstörenden Naturkräfte. Wenn nun der Mensch, indem er die verschiedenen Entwicklungsstufen seiner Bildung durchläuft, minder an den Boden gefesselt, sich allmählig zu geistiger Freiheit erhebt, genügt ihm nicht mehr ein dunkles Gefühl, die stille Abndung von der Einheit aller Naturgewalten. Das zergliedernde und ordnende Denkvermögen tritt in seine Rechte ein; und wie die Bildung des Menschengeschlechts, so wächst gleichmäßig mit ihr, bei dem Anblick der Lebensfülle, welche durch die ganze Schöpfung fließt, der unaufhaltsame Trieb, tiefer in den ursächlichen Zusammenhang der Erscheinungen einzudringen.

Schwer ist es, einem solchen Triebe schnelle und doch sichere Befriedigung zu gewähren.

*) Ueber das eigentliche Madhjadēga S. Lassen's vortreffliche Indische Alterthumskunde Bd. I. S. 92. Bei den Chinesen ist Mo-kio-thi das südliche Bahar, der Theil, welcher im Süden des Ganges liegt. S. Foo-kouo-ki par Dhy-Fa-Hian 1836, p. 256. Djambudwipa ist ganz Indien, begreift aber auch bisweilen einen der vier buddhistischen Continente.

†) Die Elegie von Schiller, welche zuerst in den Jahren 1795 erschien:
Aber im stillen Gemach entwirft bedeutende Zirkel
Sinnend der Weise, beschleicht forschend den schaffenden Geist,
Prüft der Stoffe Gewalt, der Magnete Hasen und Vögel,
Folgt durch die Lüfte dem Klang, folgt durch den Aether dem Strahl,
Sucht das vertraute Gesetz in des Zufalls graujenden Wundern,
Sucht den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht.

Aus unvollständigen Beobachtungen und noch unvollständigeren Inductionen entstehen irrige Ansichten von dem Wesen der Naturkräfte, Ansichten, die, durch bedeutsame Sprachformen gleichsam verkörpert und erstarrt, sich, wie ein Gemeingut der Phantasie, durch alle Classen einer Nation verbreiten. Neben der wissenschaftlichen Physik bildet sich dann eine andere, ein System ungeprüfter, zum Theil gänzlich mißverständener Erfahrungskennntnisse. Wenige Einzelheiten umfassend, ist diese Art der Empirik um so anmaßender, als sie keine der Thatfachen kennt, von denen sie erschüttert wird. Sie ist in sich abgeschlossen, unveränderlich in ihren Axiomen, anmaßend wie alles Beschränkte; während die wissenschaftliche Naturkunde, untersuchend und darum zweifelnd, das fest Ergründete von dem bloß Wahrscheinlichen trennt, und sich täglich durch Erweiterung und Berichtigung ihrer Ansichten vervollkommenet.

Eine solche rohe Anhäufung physischer Dogmen, welche ein Jahrhundert dem andern überliefert und aufdringt, wird aber nicht bloß schädlich, weil sie einzelne Irrthümer nährt, weil sie hartnäckig wie das Zeugniß schlecht beobachteter Thatfachen ist; nein, sie hindert auch jede großartige Betrachtung des Weltbaus. Statt den mittleren Zustand zu erforschen, um welchen, bei der scheinbaren Ungebundenheit der Natur, alle Phänomene innerhalb enger Grenzen oscilliren, erkennt sie nur die Ausnahmen von den Gesezen; sie sucht andere Wunder in den Erscheinungen und Formen, als die der geregelten und fortschreitenden Entwicklung. Immer ist sie geneigt, die Kette der Naturbegebenheiten zerissen zu wähen, in der Gegenwart die Analogie mit der Vergangenheit zu verkennen, und spielend, bald in den fernen Himmelsräumen, bald im Innern des Erdförpers, die Ursach jener erdichteten Störungen der Weltordnung aufzufinden. Sie führt ab von den Ansichten der vergleichenden Erdkunde, die, wie Carl Ritter's großes und geistreiches Werk bewiesen hat, nur dann Gründlichkeit erlangt, wenn die ganze Masse von Thatfachen, die unter verschiedenen Himmelsstrichen gesammelt worden sind, mit einem Blicke umfaßt, dem combinirenden Verstande zu Gebote steht.

Es ist ein besonderer Zweck dieser Unterhaltungen über die Natur, einen Theil der Irrthümer, die aus roher und unvollständiger Empirie entsprungen sind und vorzugsweise in den höheren Volksclassen (oft neben einer ausgezeichneten literarischen Bildung) fortleben, zu berichtigen und so den Genuß der Natur durch tiefere Einsicht in ihr inneres Wesen zu vermehren. Das Bedürfniß eines solchen veredelten Genusses wird allgemein gefühlt; denn ein eigener Charakter unseres Zeitalters spricht sich in dem Bestreben aller gebildeten Stände aus, das Leben durch einen größeren Reichthum von Ideen zu verschönern. Der ehrenvolle Antheil, welcher meinen Vorträgen in zwei Hörsälen dieser Hauptstadt geschenkt wird, zeugt für die Lebendigkeit eines solchen Bestrebens.

Ich kann daher der Besorgniß nicht Raum geben, zu welcher Beschränkung oder eine gewisse sentimentale Trübheit des Gemüths zu leiten scheinen, zu der Besorgniß, daß, bei jedem Forschen in das innere Wesen der Kräfte, die Natur von ihrem Zauber, von dem Reize des Geheimnißvollen und Erhabenen verliere. Allerdings wirken Kräfte, im eigentlichen Sinne des Worts, nur dann magisch, wie im Dunkel einer geheimnißvollen Nacht, wenn ihr Wirken außerhalb des Gebietes allgemein erkannter Naturbedingungen liegt. Der Beobachter, der durch ein Heliometer oder einen prismatischen Doppelspath*) den Durchmesser der Planeten bestimmt, Jahre lang die Meridian-Höhe desselben Sternes mißt, zwischen dichtgedrängten Nebelflecken telescopische Cometen erkennt, fühlt (und es ist ein Glück für den sichern Erfolg dieser Arbeit) seine Phantasie nicht mehr angeregt, als der beschreibende Botaniker, so lange er die Kelcheinschnitte und die Staubfäden einer Blume zählt, und in der Structur eines Laubmooses die einfachen oder doppelten, die

*) Arago's Ocularmikrometer, eine glückliche Vervoll- | à double réfraction, siehe Note de Mr. Mathieu dans
kommenung von Rochon's micromètre prismatique oder | Delambre Hist. de l'Astr. au 18^{me} siècle 1827, p. 851.

freien oder ringförmig verwachsenen Zähne der Saamentkapsel untersucht; aber das Messen und Auffinden numerischer Verhältnisse, die sorgfältigste Beobachtung des Einzelnen bereitet zu der höheren Kenntniß des Naturganzen und der Weltgesetze vor. Dem Physiker, welcher (wie Thomas Young, Arago und Fresnel) die ungleich langen Ströme der durch Interferenz sich vernichtenden oder verstärkenden Lichtwellen mißt; dem Astronomen, der mittelst der raumburchbringenden Kraft der Fernröhre nach den Monden des Uranus am äußersten Rande unsers Sonnensystems forscht, oder (wie Herschel, South und Struve) aufglimmende Lichtpunkte in farbige Doppelsterne zerlegt; dem eingeweihten Blick des Botanikers, welcher die Chara-artig kreisende Bewegung der Saftkügeln in fast allen vegetabilischen Zellen, die Einheit der Gestaltung, das ist die Verkettung der Formen in Geschlechtern und natürlichen Familien, erkennt; gewähren die Himmelsräume, wie die blüthenreiche Pflanzenbede der Erde, gewiß einen großartigeren Anblick, als dem Beobachter, dessen Natursinn noch nicht durch die Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen geschärft ist. Wir können daher dem geistreichen Burke nicht beipflichten, wenn er behauptet, daß „aus der Unwissenheit von den Dingen der Natur allein die Bewunderung und das Gefühl des Erhabenen entstehe.“

Während die gemeine Sinnlichkeit die leuchtenden Gestirne an ein krystallnes Himmelsgewölbe heftet, erweitert der Astronom die räumliche Ferne; er begrenzt unsere Weltengruppe, nur um jenseits andere und andere ungeählte Gruppen (eine aufglimmende Inselstur) zu zeigen. Das Gefühl des Erhabnen, in so fern es aus der einfachen Naturanschauung der Ausdehnung zu entspringen scheint, ist der feierlichen Stimmung des Gemüths verwandt, die dem Ausbruch des Unendlichen und Freien in den Sphären ideller Subjectivität, in dem Bereich des Geistigen angehört. Auf dieser Verwandtschaft, dieser Bezüglichkeit der sinnlichen Eindrücke beruht der Zauber des Unbegrenzten, sei es auf dem Ocean und im Luftmeere, wo dieses eine isolirte Bergspitze umgiebt, sei es im Weltraume, in den die Nebel-auflösende Kraft großer Fernröhre unsere Einbildungskraft tief und ahnungsvoll versenkt.

Einseitige Behandlung der physikalischen Wissenschaften, endloses Anhäufen roher Materialien konnten freilich zu dem nun fast verjährten Vorurtheile beitragen, als müßte nothwendig wissenschaftliche Erkenntniß das Gefühl erkälten, die schaffende Bildkraft der Phantasie ertöbten und so den Naturgenuß stören. Wer in der bewegten Zeit, in der wir leben, noch dieses Vorurtheil nährt, der verkennt, bei dem allgemeinen Fortschreiten menschlicher Bildung, die Freuden einer höheren Intelligenz, einer Geistesrichtung, welche Mannigfaltigkeit in Einheit auflöst und vorzugsweise bei dem Allgemeinen und Höheren verweilt. Um dies Höhere zu genießen, müssen in dem mühsam durchforschten Felde specieller Naturformen und Naturerscheinungen die Einzelheiten zurückgedrängt und von dem selbst, der ihre Wichtigkeit erkannt hat und den sie zu größeren Ansichten geleitet, sorgfältig verhüllt werden.

Zu den Besorgnissen über den Verlust eines freien Naturgenusses unter dem Einfluß denkender Betrachtung oder wissenschaftlicher Erkenntniß gesellen sich auch die, welche aus dem, nicht Allen erreichbaren Maaße dieser Erkenntniß oder dem Umfange derselben geschöpft werden. In dem wundervollen Gewebe des Organismus, in dem ewigen Treiben und Wirken der lebendigen Kräfte führt allerdings jedes tiefere Forschen an den Eingang neuer Labyrinth. Aber gerade diese Mannigfaltigkeit unbetretener, vielverschlungener Wege erregt auf allen Stufen des Wissens freudiges Erstaunen. Jedes Naturgesetz, das sich dem Beobachter offenbart, läßt auf ein höheres, noch unerkanntes schließen; denn die Natur ist, wie Carus*) trefflich sagt, und wie das Wort selbst dem Römer und dem Griechen andeutete, „das ewig Wachsende, ewig im Bilden und Entfalten Begriffene.“ Der

*) Carus, von den Urtheilen des Knochen- und Schalen-Gerüsts 1823. 26.

Kreis der organischen Typen erweitert sich, jemebr die Erdräume auf Land- und See-
reisen durchsucht, die lebendigen Organismen mit den abgestorbenen verglichen, die Mikro-
stope vervollkommenet und verbreitet werden. In der Mannigfaltigkeit und im periodischen
Wechsel der Lebensgebilde erneuert sich unablässig das Urgeheimniß aller Gestaltung, ich
sollte sagen, das von Goethe so glücklich behandelte Problem der Metamorphose, eine Lö-
sung, die dem Bedürfniß nach einem idealen Zurückführen der Formen auf gewisse
Grundtypen entspricht. Mit wachsender Einsicht vermehrt sich das Gefühl von der Uner-
meßlichkeit des Naturlebens; man erkennt, daß auf der Feste, in der Lufthülle, welche die
Feste umgiebt, in den Tiefen des Oceans, wie in den Tiefen des Himmels, dem kühnen
wissenschaftlichen Eroberer*), auch nach Jahrtausenden, nicht „der Weltraum fehlen wird.“

Allgemeine Ansichten des Geschaffenen (sei es der Materie, zu fernen Himmelskörpern
geballt, sei es der uns nahen tellurischen Erscheinungen) sind nicht allein anziehender und
erhebender, als die speciellen Studien, welche abgesonderte Theile des Naturwissens umfas-
sen; sie empfehlen sich auch vorzugsweise denen, die wenig Nuße auf Beschäftigungen dieser
Art verwenden können. Die naturbeschreibenden Disciplinen sind meist nur für gewisse
Lagen geeignet; sie gewähren nicht dieselbe Freude zu jeder Jahreszeit, in jedem Lande, das
wir bewohnen. Der unmittelbaren Anschauung der Naturkörper, die sie erheischen, müssen
wir in unserer nördlichen Zone oft lange entbehren; und ist unser Interesse auf eine be-
stimmte Classe von Gegenständen beschränkt, so gewähren uns selbst die trefflichsten Berichte
reisender Naturforscher keinen Genuß, wenn darin gerade solche Gegenstände unberührt
bleiben, auf welche unsere Studien gerichtet sind.

Wie die Weltgeschichte, wo es ihr gelingt, den wahren ursächlichen Zusammenhang
der Begebenheiten darzustellen, viele Räthsel in den Schicksalen der Völker und ihrem in-
tellectuellen, bald gebemnten, bald beschleunigten Fortschreiten löset; so würde auch eine
physische Weltbeschreibung, geistreich und mit gründlicher Kenntniß des bereits
Entdeckten aufgefaßt, einen Theil der Widersprüche heben, welche die streitenden Naturkräfte
in ihrer zusammengesetzten Wirkung dem ersten Anschauen darbieten. Generelle Ansichten
erhöhen den Begriff von der Würde und der Größe der Natur; sie wirken läuternd und
beruhigend auf den Geist, weil sie gleichsam den Zwiespalt der Elemente durch Auffindung
von Gesetzen zu schlichten streben, von Gesetzen, die in dem zarten Gewebe irdischer Stoffe,
wie in dem Archipel dichtgedrängter Rebelflecke und in der schauderhaften Leere weltenarmer
Wüsten walten. Generelle Ansichten gewöhnen uns, jeden Organismus als Theil des
Ganzen zu betrachten, in der Pflanze und im Thier minder das Individuum oder die abge-
schlossene Art, als die mit der Gesamtheit der Bildungen verkettete Naturform zu erkennen;
sie erweitern unsere geistige Existenz und setzen uns, auch wenn wir in ländlicher Abge-
schiedenheit leben, in Berührung mit dem ganzen Erdfreise. Durch sie erhält die Kunde von
dem, was durch Seefahrten nach dem fernen Pole oder auf den neuerlichst fast unter allen
Breiten errichteten Stationen über das gleichzeitige Eintreten magnetischer Ungewit-
ter erforscht wird, einen unwiderstehlichen Reiz; ja wir erlangen ein Mittel, schnell den
Zusammenhang zu errathen, in dem die Resultate neuer Beobachtungen mit den früher er-
kannten Erscheinungen stehen.

Wer kann, um eines Gegenstandes im Weltraume zu erwähnen, der in den lehtverflos-
senen Jahren die allgemeinste Aufmerksamkeit auf sich zog, wer kann ohne generelle Kennt-
niß von dem gewöhnlichen Cometenlaufe einsehen, wie folgenreich Ende's Entdeckung sei,
nach der ein Comet, welcher in seiner elliptischen Bahn nie aus unserem Planetensysteme
heraustritt, die Existenz eines seine Wurfkraft hemmenden Fluidums offenbart? Bei einer
sich schnell verbreitenden Halbcultur, welche wissenschaftliche Resultate in das Gebiet der ge-
selligen Unterhaltung, aber entstellt hinüberzieht, nimmt die alte Besorgniß über ein-gefähr-

*) Plut. in vita Alex. Magni, cap. 7.

drohendes Zusammentreffen von Weltkörpern oder über kosmische Ursachen in der vermeinten Verschlechterung der Klimate eine veränderte und darum noch trügerischere Gestalt an. Klare Ansicht der Natur, wenn auch nur eine historische, bewahrt vor den Anmaßungen einer dogmatisirenden Phantasie. Sie lehrt, daß der Endische Comet, der schon in 1200 Tagen seinen Lauf vollendet, wegen der Gestalt und der Lage seiner Bahn, harmlos für die Erdbewohner, harmlos wie der große sechsundsiebzigjährige Hallersche Comet von 1759 und 1835 ist, daß ein anderer Comet von kurzer (sechsjähriger) Umlaufszeit, der Bielasche, allerdings die Erdbahn schneidet, doch nur dann uns nahe kommen kann, wenn seine Sonnennähe in die Zeit des Wintersolstitiums fällt.

Die Quantität Wärme, welche ein Weltkörper empfängt und deren Vertheilung die großen meteorologischen Processe des Luftkreises bestimmt, wird zugleich durch die lichtentbindende Kraft der Sonne (die Beschaffenheit ihrer Oberfläche) und die relative Lage der Sonne und des Planeten modificirt; aber die periodischen Veränderungen, welche, nach den allgemeinen Gesetzen der Gravitation, die Gestalt der Erdbahn und die Schiefe der Ecliptik (die Neigung der Erdoberfläche gegen die Ebene der Erdbahn) erleiden, sind so langsam und in so enge Grenzen eingeschlossen, daß die Wirkungen kaum nach mehreren tausend Jahren unseren jetzigen wärmemessenden Instrumenten erkennbar sein würden. Kosmische Ursachen der Temperaturabnahme, der Wasserverminderung und der Epidemien, deren in neueren Zeiten, wie einst im Mittelalter, Erwähnung geschieht, liegen daher ganz außerhalb des Bereichs unserer wirklichen Erfahrung.

Soll ich andere Beispiele der physischen Astronomie entlehnen, welche ohne generelle Kenntniß des bisher Beobachteten kein Interesse erregen können, so erwähne ich der elliptischen Bewegung mehrerer Tausende von ungleichfarbigen Doppelsternen um einander oder vielmehr um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt; der periodischen Seltenheit der Sonnensflecke; des seit so vielen Jahren regelmäßigen Erscheinens zahlloser Sternschnuppen, die wahrscheinlich planetenartig kreisen und in ihren Bahnen am 12ten oder 13ten November, ja, wie man später erkannt, auch gegen das Fest des Heiligen Laurentius, am 10ten oder 11ten August, unsere Erdbahn schneiden.

Auf ähnliche Weise werden nur generelle Ansichten des Kosmos den Zusammenhang ahnden lassen zwischen der durch Bessel's Scharfblick vollendeten Theorie der Pendelschwingung im luftvollen Raume und der inneren Dichtigkeit, ich könnte sagen der Erstarrungsstufe unseres Planeten; zwischen der Erzeugung körniger Gebirgsarten in handartigen Lavaströmen, am Abhange noch jetzt thätiger Vulkane, und den endogenen granit-, porphyr- und serpentinsteinartigen Massen, welche, aus dem Innern der Erde hervorgeschoben, einst die Flößgebirge durchbrochen und mannigfaltig (erhärtend, verkieselnd, dolomitisirend, krySTALLERZEUGEND) auf sie eingewirkt haben; zwischen der Hebung von Inseln und Regalbergen durch elastische Kräfte und der Hebung ganzer Bergketten und Continente, ein Zusammenhang, der von dem größten Geognosten unserer Zeit, Leopold von Buch, erkannt und durch eine Reihe geistreicher Beobachtungen dargethan worden ist. Solches Emportreiben von körnigen Gebirgsmassen und Flößschichten (wie noch neuerlichst, am Meeresufer von Chili, bei einem Erdbeben, in weiter Erstreckung) läßt die Möglichkeit einsehen, daß Petrefacte von Seemuscheln, welche ich mit Bonpland in 14,000 Fuß Höhe, auf dem Rücken der Andeskette, gesammelt, nicht durch eine allgemeine Wasserbedeckung, sondern durch vulkanische Hebungskräfte in diese Lage gekommen sind.

Vulkanismus nenne ich aber im allgemeinsten Sinne des Worts, sei es auf der Erde oder auf ihrem Trabanten, dem Monde, die Reaction, welche das Innere eines Planeten auf seine Rinde ausübt. Wer die Versuche über die mit der Tiefe zunehmende Wärme nicht kennt (Versuche, nach welchen berühmte Physiker vermuthen *), daß 5 geogr. Meilen

*) Die gewöhnlichen Angaben über den Schmelzpunkt sehr schwer schmelzbarer Substanzen sind viel zu hoch.

unter der Oberfläche eine Granit-schmelzende Glühkugel herrsche), dem müssen viele neuere Beobachtungen über die Gleichzeitigkeit vulkanischer Ausbrüche, die eine große Länderstrecke trennt, über die Grenzen der Erschütterungskreise bei Erdbeben, über die Beständigkeit der Temperatur heißer Mineralquellen, wie über die Temperaturverschiedenheit artesischer Brunnen von ungleicher Tiefe, unverständlich bleiben. Und doch wirft diese Kenntniß der inneren Erdwärme ein dämmerndes Licht auf die Urgeschichte unseres Planeten. Sie zeigt die Möglichkeit einstmaliger allverbreiteter tropischer Klimate, als Folge offener, Wärme ausströmender Klüfte in der neu erhärteten orybirten Erdrinde. Sie erinnert an einen Zustand, in dem die Wärme des Luftkreises mehr von diesen Ausströmungen, von der Reaction des Innern gegen das Aeußere, als von der Stellung des Planeten gegen einen Centralkörper (die Sonne) bedingt ward.

Mannigfaltige Producte der Tropenwelt, in ihren Grabstätten verborgen, offenbart die kalte Zone dem forschenden Geognosten: Coniferen, aufgerichtete Stämme von Palmenholz, baumartige Farnt Kräuter, Goniatiten und Fische mit rhomboidalen Schmelzschuppen in dem alten Kohlengebirge *); colossale Gerippe von Crocodilen, langhalsigen Plesiosauren, Schalen von Planuliten und Cycadeenstämme im Jura-Kalkstein; Polythalamiten und Protozoen in der Kreide, zum Theil identisch mit noch lebenden Seethieren; Agglomerate fossiler Infusionsthiere, wie sie Ehrenberg's allbelebendes Mikroskop entdeckt, in mächtigen Schichten von Polirschiefer, Halbpal und Kieselguhr; Knochen von Hyänen, Löwen und elephantenartigen Pachydermen in Höhlen zerstreut oder von dem neuesten Schuttlande bedeckt. Bei vollständiger Kenntniß anderer Naturerscheinungen bleiben diese Producte nicht ein Gegenstand der Neugierde und des Erstaunens, sie werden, was unserer Intelligenz würdiger ist, ein Quelle vielseitigen Nachdenkens.

In der Mannigfaltigkeit der Gegenstände, die ich hier geflissentlich zusammengebrängt, bietet sich von selbst die Frage dar, ob generelle Ansichten der Natur zu einer gewissen Deutlichkeit gebracht werden können ohne ein tiefes und ernstes Studium einzelner Disciplinen, sei es der beschreibenden Naturkunde oder der Physik oder der mathematischen Astronomie? Man unterscheide sorgfältig zwischen dem Lehrenden, welcher die Auswahl und die Darstellung der Resultate übernimmt, und dem, der das Dargestellte, als ein Gegebenes, nicht selbst Gesuchtes, empfängt. Für jenen ist die genaueste Kenntniß des Speciellen unbedingt nothwendig; er sollte lange das Gebiet der einzelnen Wissenschaften durchwandert sein, selbst gemessen, beobachtet und experimentirt haben, um sich mit Zuversicht an das Bild eines Naturganzen zu wagen. Der Umfang von Problemen, deren Untersuchung der physischen Weltbeschreibung ein so hohes Interesse gewährt, ist vielleicht nicht ganz zu vollständiger Klarheit zu bringen, da wo specielle Vorkenntnisse fehlen; aber auch ohne Voraussetzung dieser können die meisten Fragen befriedigend erörtert werden. Sollte sich nicht in allen einzelnen Theilen das große Naturgemälde mit scharfen Umrissen darstellen lassen, so wird es doch wahr und anziehend genug sein, um den Geist mit Ideen zu bereichern und die Einbildungskraft lebendig und fruchtbar anzuregen.

Man hat vielleicht mit einigem Rechte wissenschaftlichen Werken unserer Literatur vorgeworfen, das Allgemeine nicht genugsam von dem Einzelnen, die Uebersicht des bereits Ergründeten nicht von der Herzhählung der Mittel zu trennen, durch welche die Resultate erlangt worden sind. Dieser Vorwurf hat sogar den größten Dichter †) unsrer Zeit zu

Nach den immer so genauen Untersuchungen von Mitscherlich ist der Schmelzpunkt des Granits wohl nicht höher als 1300° Cent.

*) Das classische Werk über die Fische der Vorwelt von Ludwig Agassiz: Rech. sur les Poissons fossiles 1834. Vol. I. p. 38; Vol. II. p. 3, 28, 34. Adit. p. 6. Das ganze Geschlecht Amblypterus Ag., mit Palaeoniscus (einst Palaeothrissum) nahe verwandt, liegt unterhalb der Juraformation vergraben, im alten Stein-

kohlengebirge. Schuppen, die sich in einzelnen Lagen gleich den Zähnen bilden und mit Schmelz bedeckt sind, aus der Familie der Lepidoiden (Ordnung der Ganoiden), gehören nach den Placoiden zu den ältesten Gestalten vorweltlicher Fische, deren noch lebende Repräsentanten sich in zwei Geschlechtern, Bichir (Nil und Senegal) und Lepidosteus (Ohio), finden.

†) Goethe in den Aphorismen über Naturwissenschaft. (Werke, kleine Ausgabe von 1833. B. L. S. 155.)

dem humoristischen Ausruf verleitet: „die Deutschen besitzen die Gabe, die Wissenschaften unzugänglich zu machen.“ Bleibt das Gerüste stehen, so wird uns durch dasselbe der Anblick des Gebäudes entzogen. Wer kann zweifeln, daß das physische Gesetz in der Vertheilung der Continental-Massen, welche gegen Süden hin eine pyramidale Form annehmen, indem sie sich gegen Norden in der Breite ausdehnen (ein Gesetz, welches die Vertheilung der Klimate, die vorherrschende Richtung der Luftströme, das weite Vordringen tropischer Pflanzenformen in die gemäßigte südliche Zone so wesentlich bedingt), auf das klarste erkannt werden kann, ohne die geodätischen Messungen und die astronomischen Ortsbestimmungen der Küsten zu erläutern, durch welche jene Pyramidal-Formen in ihren Dimensionen bestimmt worden sind? Eben so lehrt uns die physische Weltbeschreibung, um wie viel Meilen die Aequatorial-Achse unseres Planeten größer als die Polar-Achse ist: daß die südliche Hemisphäre keine größere Abplattung als die nördliche hat; ohne daß es nöthig ist, speciell zu erzählen, wie durch Gradmessungen und Pendel-Versuche die wahre Gestalt der Erde, als eines nicht regelmäßigen, elliptischen Revolutions-Sphäroids, gefunden ist und wie diese Gestalt in der Bewegung des Mondes, eines Erd-Satelliten, sich abspiegelt.

Unsere Nachbarn jenseits des Rheins besitzen ein unsterbliches Werk, Laplace's Entwicklung des Weltsystems, in welchem die Resultate der tiefstinnigsten mathematisch-astronomischen Untersuchungen verflossener Jahrhunderte, abgesondert von den Einzelheiten der Beweise, vorgetragen werden. Der Bau des Himmels erscheint darin als die einfache Lösung eines großen Problems der Mechanik. Und wohl noch nie ist die Exposition du Systeme du Monde, ihrer Form wegen, der Ungründlichkeit beschuldigt worden. Die Trennung ungleichartiger Ansichten, des Allgemeinen von dem Besondern, ist nicht bloß zur Klarheit der Erkenntniß nützlich, sie giebt auch der Behandlung der Naturwissenschaft einen erhabenen und ernsten Charakter. Wie von einem höheren Standpunkte übersieht man auf einmal größere Massen. Wir ergößen uns, geistig zu fassen, was den sinnlichen Kräften zu entgehen droht. Wenn die glückliche Ausbildung aller Zweige des Naturwissens, der sich die letzten Decennien des verflossenen Jahrhunderts erfreuten, besonders dazu geeignet ist, das Studium specieller Theile (der chemischen, physikalischen und naturbeschreibenden Disciplinen) zu erweitern, so wird durch jene Ausbildung in noch höherem Grade der Vortrag allgemeiner Resultate abgekürzt und erleichtert.

Je tiefer man eindringt in das Wesen der Naturkräfte, desto mehr erkennt man den Zusammenhang von Phänomenen, die lange, vereinzelt und oberflächlich betrachtet, jeglicher Anreihung zu widerstreben schienen; desto mehr werden Einfachheit und Gedrängtheit der Darstellung möglich. Es ist ein sicheres Criterium der Menge und des Werthes der Entdeckungen, die in einer Wissenschaft zu erwarten sind, wenn die Thatfachen noch unverkettet, fast ohne Beziehung auf einander dastehen, ja wenn mehrere derselben, und zwar mit gleicher Sorgfalt beobachtete, sich zu widersprechen scheinen. Diese Art der Erwartungen erregt der Zustand der Meteorologie, der neueren Optik und besonders, seit Melloni's und Faraday's herrlichen Arbeiten, der Lehre von der Wärmestrahlung und vom Electro-Magnetismus. Der Kreis glänzender Entdeckungen ist hier noch nicht durchlaufen, ob sich gleich in der Volta'schen Säule schon ein bewundernswürdiger Zusammenhang der electrischen, magnetischen und chemischen Erscheinungen offenbart hat. Wer verbürgt uns, daß auch nur die Zahl der lebendigen, im Weltall wirkenden Kräfte bereits ergründet sei?

In meinen Betrachtungen über die wissenschaftliche Behandlung einer allgemeinen Weltbeschreibung ist nicht die Rede von Einheit durch Ableitung aus wenigen, von der Vernunft gegebenen Grundprincipien. Was ich physische Weltbeschreibung nenne (die vergleichende Erd- und Himmelskunde), macht daher keine Ansprüche auf den Rang einer rationalen Wissenschaft der Natur; es ist die denkende Betrachtung der durch Empirie gegebenen Erscheinungen, als eines Naturganzen. In dieser Beschränktheit allein konnte dieselbe, bei der ganz objectiven Richtung meiner Sinnesart, in den Bereich der Bestrebungen treten,

die meine lange wissenschaftliche Laufbahn ausschließlich erfüllt haben. Ich wage mich nicht auf ein Feld, das mir fremd ist und vielleicht von Andern erfolgreicher bebaut wird. Die Einheit, welche der Vortrag einer physischen Weltbeschreibung, wie ich mir dieselbe begreife, erreichen kann, ist nur die, welcher sich geschichtliche Darstellungen zu erfreuen haben. Einzelheiten der Wirklichkeit, sei es in der Gestaltung oder Aneinanderreihung der Naturgebilde, sei es in dem Kampfe des Menschen gegen die Naturmächte, oder der Völker gegen die Völker, alles, was dem Felde der Veränderlichkeit und realer Zufälligkeit angehört, kann nicht aus Begriffen abgeleitet (construirt) werden. Weltbeschreibung und Weltgeschichte stehen daher auf derselben Stufe der Empirie; aber eine denkende Behandlung beider, eine sinnvolle Anordnung von Naturerscheinungen und von historischen Begebenheiten durchdringen tief mit dem Glauben an eine alte innere Nothwendigkeit, die alles Treiben geistiger und materieller Kräfte, in sich ewig erneuernden, nur periodisch erweiterten oder verengten Kreisen, beherrscht. Sie führen (und diese Nothwendigkeit ist das Wesen der Natur, sie ist die Natur selbst in beiden. Sphären ihres Seins, der materiellen und der geistigen) zur Klarheit und Einfachheit der Ansichten, zu Auffindung von Gesetzen, die in der Erfahrungswissenschaft als das letzte Ziel menschlicher Forschung erscheinen.

Das Studium jeglicher neuen Wissenschaft, besonders einer solchen, welche die ungemessenen Schöpfungskreise, den ganzen Weltraum umfaßt, gleicht einer Reise in ferne Länder. Ehe man sie in Gemeinschaft unternimmt, fragt man, ob sie ausführbar sei; man mißt seine eigenen Kräfte, man blickt mißtrauisch auf die Kräfte der Mitreisenden, in der vielleicht ungerechten Besorgniß, sie möchten lästige Zögerung erregen. Die Zeit, in der wir leben, vermindert die Schwierigkeit des Unternehmens. Meine Zuversicht gründet sich auf den glänzenden Zustand der Naturwissenschaften selbst, deren Reichthum nicht mehr die Fülle, sondern die Verkettung des Beobachteten ist. Die allgemeinen Resultate, die jedem gebildeten Verstande Interesse einflößen, haben sich seit dem Ende des 18ten Jahrhunderts wundervoll vermehrt. Die Thatfachen stehen minder vereinzelt da; die Klüfte zwischen den Wesen werden ausgefüllt. Was in einem engeren Gesichtskreise, in unserer Nähe, dem forschenden Geiste lange unerklärlich blieb, wird oft durch Beobachtungen aufgebellt, die auf einer Wanderung in die entlegensten Regionen angestellt worden sind. Pflanzen- und Thier-Gebilde, die lange isolirt erschienen, reihen sich durch neu entdeckte Mittelglieder oder durch Uebergangsformen aneinander. Eine allgemeine Verkettung, nicht in einfacher linearer Richtung, sondern in nebartig verschlungenem Gewebe, nach höherer Ausbildung oder Verkümmern gewisser Organe, nach vielseitigem Schwanken in der relativen Uebermacht der Theile, stellt sich allmählich dem forschenden Natursinn dar. Schichtungs-Verhältnisse von trachytartigem Syenit-Porphyr, von Grünstein und Serpentin, die im gold- und silberreichen Ungarn, oder im Platinlande des Urals, oder tiefer in Asien, im südwestlichen Altai zweifelhaft blieben, werden durch geognostische Beobachtungen in den Hochebenen von Mexico und Antioquia, in den Flußthälern des Choco unerwartet aufgeklärt. Die Materialien, welche die allgemeine Erdkunde anwendet, sind nicht zufällig aufgehäuft. Unser Zeitalter erkennt, nach der Tendenz, die ihm seinen individuellen Charakter giebt, daß Thatfachen nur dann fruchtbringend werden, wenn der Reisende den dormaligen Zustand und die Bedürfnisse der Wissenschaft kennt, deren Gebiet er erweitern will, wenn Ideen, das heißt Einsicht in den Geist der Natur das Beobachten und Sammeln vernunftmäßig leiten.

Durch diese Richtung des Naturstudiums, durch diesen glücklichen, aber oft auch allzu leicht befriedigten Gang nach allgemeinen Resultaten kann ein beträchtlicher Theil des Naturwissens das Gemeingut der gebildeten Menschheit werden, ein gründliches Wissen erzeugen, nach Inhalt und Form, nach Ernst und Würde des Vortrags, ganz von dem verschiedenen, das man bis zum Ende des letzten Jahrhunderts dem populären Wissen genügsam zu bestimmen pflegte. Wem daher seine Lage es erlaubt, sich bisweilen aus den

engen Schranken des bürgerlichen Lebens heraus zu retten, erröthend, „daß er lange fremd geblieben der Natur und stumpf über sie hingehe,“ der wird in der Abspiegelung des großen und freien Naturlebens einen der edelsten Genüsse finden, welche erhöhte Vernunftthätigkeit dem Menschen gewähren kann. Das Studium der allgemeinen Naturkunde weckt gleichsam Organe in uns, die lange geschlummert haben. Wir treten in einen innigeren Verkehr mit der Außenwelt, bleiben nicht untheilnehmend an dem, was gleichzeitig das industrielle Fortschreiten und die intellectuelle Veredlung der Menschheit bezeichnet.

Je klarer die Einsicht ist, welche wir in den Zusammenhang der Phänomene erlangen, desto leichter machen wir uns auch von dem Irrthume frei, als wären für die Cultur und den Wohlstand der Völker nicht alle Zweige des Naturwissens gleich wichtig; sei es der messende und beschreibende Theil, oder die Untersuchung chemischer Bestandtheile, oder die Ergründung allgemein verbreiteter physischer Kräfte der Materie. In der Beobachtung einer anfangs isolirt stehenden Erscheinung liegt oft der Keim einer großen Entdeckung. Als Galvani die sensible Nervenfasern durch Berührung ungleichartiger Metalle reizte, konnten seine nächsten Zeitgenossen nicht hoffen, daß die Contact-Electricität der Voltaischen Säule uns in den Alkalien silber-glänzende, auf dem Wasser schwimmende, leicht entzündliche Metalle offenbaren, daß die Säule selbst das wichtigste Instrument für die zerlegende Chemie, ein Thermoscop und ein Magnet werden würde. Als Huggens die Lichterscheinungen des Doppelspathes zu enträthseln anfang, ahnete man nicht, daß durch den bewunderungswürdigen Scharfsinn eines Physikers unserer Zeit*) farbige Polarisation-Phänomene dahin leiten würden, mittelst des kleinsten Fragments eines Minerals zu erkennen, ob das Licht der Sonne aus einer festen Masse, oder aus einer gasförmigen Umhüllung ausströme, ob Cometen selbstleuchtend sind, oder fremdes Licht wiedergeben.

Gleichmäßige Würdigung aller Theile des Naturstudiums ist aber vorzüglich ein Bedürfnis der gegenwärtigen Zeit, wo der materielle Reichtum und der wachsende Wohlstand der Nationen in einer sorgfältigeren Benützung von Naturproducten und Naturkräften gegründet sind. Der oberflächlichste Blick auf den Zustand des heutigen Europa's lehrt, daß bei ungleichem Weltkampfe oder dauernder Zögerung nothwendig partielle Verminderung und endlich Vernichtung des National-Reichtums eintreten müsse; denn in dem Lebensgeschick der Staaten ist es, wie in der Natur, für die, nach dem sinnvollen Aussprüche Goethe's †) „es im Bewegen und Werden kein Bleiben giebt und die ihren Fluch gehängt hat an das Stillestehen.“ Nur ernste Belebung chemischer, mathematischer und naturhistorischer Studien wird einem von dieser Seite einbrechenden Uebel entgegen. Der Mensch kann auf die Natur nicht einwirken, sich keine ihrer Kräfte aneignen, wenn er nicht die Naturgesetze, nach Maaß- und Zahl-Verhältnissen, kennt. Auch hier liegt die Macht in der volksthümlichen Intelligenz. Sie steigt und sinkt mit dieser. Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit; sie sind Theile des National-Reichtums, oft ein Ersatz für die Güter, welche die Natur in allzu kärglichem Maaße ausgetheilt hat. Diejenigen Völker, welche an der allgemeinen industriellen Thätigkeit, in Anwendung der Mechanik und technischen Chemie, in sorgfältiger Auswahl und Bearbeitung natürlicher Stoffe zurückstehen, bei denen die Achtung einer solchen Thätigkeit nicht alle Classen durchdringt, werden unausbleiblich von ihrem Wohlstande herabsinken. Sie werden es um so mehr, wenn benachbarte Staaten, in denen Wissenschaft und industrielle Künste in regem Wechselverkehr mit einander stehen, wie in erneuerter Jugendkraft vorwärts schreiten.

Die Vorliebe für Belebung des Gewerbsleißes und für die Theile des Naturwissens, welche unmittelbar darauf einwirken (ein charakteristisches Merkmal unseres Zeitalters),

*) Entdeckungen Arago's vom Jahre 1811. (De-
lambro. Hist. de l'Astr. a. a. D. p. 652.)

†) Goethe, Aphoristisches über die Natur. (Werke,
B. L. S. 4.)

kann weder den Forschungen im Gebiete der Philosophie, der Alterthumskunde und der Geschichte nachtheilig werden, noch den allbelebenden Hauch der Phantasie den edlen Werken bildender Künste entziehen. Wo, unter dem Schutze weiser Geseze und freier Institutionen, alle Blüthen der Cultur sich kräftig entfalten, da wird im friedlichen Wettkampfe kein Bestreben des Geistes dem andern verderblich. Jedes bietet dem Staate eigene, verschiedenartige Früchte dar: die nährenden, welche dem Menschen Unterhalt und Wohlstand gewähren, und die Früchte schaffender Einbildungskraft, die, dauerhafter als dieser Wohlstand selbst, die rühmliche Kunde der Völker bis auf die späteste Nachwelt tragen. Die Spartiaten beteten, trotz der Strenge dorischer Sinnesart: „die Götter möchten ihnen das Schöne zu dem Guten verleihen.“*)

Wie in jenen höheren Kreisen der Ideen und Gefühle, in dem Studium der Geschichte, der Philosophie und der Wohlredenheit, so ist auch in allen Theilen des Naturwissens der erste und erhabenste Zweck geistiger Thätigkeit ein innerer, nämlich das Auffinden von Naturgesetzen, die Ergründung ordnungsmäßiger Gliederung in den Gebilden, die Einsicht in den nothwendigen Zusammenhang aller Veränderungen im Weltall. Was von diesem Wissen in das industrielle Leben der Völker überströmt und den Gewerfleiß erhöht, entspringt aus der glücklichen Verkettung menschlicher Dinge, nach der das Wahre, Erhabene und Schöne mit dem Nützlichen, wie absichtslos, in ewige Wechselwirkung treten. Vervollkommenung des Landbaus durch freie Hände und in Grundstücken von minderm Umfang, Ausblühen der Manufacturen, von einengendem Junsftzwange befreit, Vervielfältigung der Handelsverhältnisse, und ungehindertes Fortschreiten in der geistigen Cultur der Menschheit, wie in den bürgerlichen Einrichtungen, stehen (das ernste Bild der neuen Weltgeschichte dringt diesen Glauben auch dem Widerstrebendsten auf) in gegenseitigem dauernd wirksamen Verkehr mit einander.

Ein solcher Einfluß des Naturwissens auf die Wohlfahrt der Nationen und auf den heutigen Zustand von Europa bedurfte hier nur einer flüchtigen Andeutung. Die Laufbahn, welche wir zu vollenden haben, ist so unermeslich, daß es mir nicht geziemen würde, von dem Hauptziele unseres Bestrebens, der Ansicht des Naturganzen, abschweifend, das Feld gestiftentlich zu erweitern. An ferne Wanderungen gewöhnt, habe ich ohnedieß vielleicht den Mitreisenden den Weg gebahnter und anmuthiger geschildert, als man ihn finden wird. Das ist die Sitte derer, die gern Andere auf den Gipfel der Berge führen. Sie rühmen die Aussicht, wenn auch ganze Theile der Gegend in Nebel verhüllt bleiben. Sie wissen, daß auch in dieser Verhüllung ein geheimnißvoller Zauber liegt, daß eine duftige Ferne den Eindruck des Sinnlich-Unendlichen hervorrufft, ein Bild, das (wie ich schon oben erinnert habe) im Geist und in den Gefühlen sich ernst und ahnungsvoll spiegelt. Auch von dem hohen Standpunkte aus, auf den wir uns zu einer allgemeinen, durch wissenschaftliche Erfahrungen begründeten Weltanschauung erheben, kann nicht allen Anforderungen genügt werden. In dem Naturwissen, dessen gegenwärtigen Zustand ich hier entwickeln soll, liegt noch Manches unbegrenzt; vieles (wie sollte ich es, bei dem Umfange einer solchen Arbeit, nicht gern eingestehen?) wird nur darum unklar und unvollständig erscheinen, weil Befangenheit dem Nebenden dann doppelt nachtheilig wird, wenn er sich des Gegenstandes in seiner Einzelheit minder mächtig fühlt.

Der Zweck dieses einleitenden Vortrages war nicht sowohl, die Wichtigkeit des Naturwissens zu schildern, welche allgemein anerkannt ist und längst schon jedes Lobes entbehren kann; es lag mir vielmehr ob, zu entwickeln wie, ohne dem gründlichen Studium specieller Disciplinen zu schaden, den naturwissenschaftlichen Bestrebungen ein höherer Standpunkt angewiesen werden kann, von dem aus alle Gebilde und Kräfte sich als ein, durch innere Regung belebtes Naturganze offenbaren. Nicht ein todtcs Aggregat ist die Natur: sie ist

*) Pseudo-Plato, Alcib. II. p. 148 ed. Steph. Plut. Instituta laconica p. 253 ed. Hutten.

„dem begeisterten Forscher (wie Schelling in der trefflichen Rede über die bildenden Künste sich ausdrückt) die heilige, ewig schaffende Urkraft der Welt, die alle Dinge aus sich selbst erzeugt und werththätig hervorbringt.“ Der bisher so unbestimmt aufgefaßte Begriff einer *physischen Erdbeschreibung* geht durch erweiterte Betrachtung und das Umfassen alles Geschaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer *physischen Weltbeschreibung* über. Eine dieser Benennungen ist nach der andern gebildet. Es ist aber die Weltbeschreibung oder Lehre vom *Kosmos*, wie ich sie auffasse, nicht etwa ein encyclopädischer Inbegriff der allgemeinsten und wichtigsten Resultate, die man einzelnen naturhistorischen, physikalischen und astronomischen Schriften entlehnt. Solche Resultate werden in der *Weltbeschreibung* nur als Materialien und in so fern theilweise benutzt, als sie das Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, das sich gegenseitige Hervorrufen und Beschränken der Naturgebilde erläutern. Die räumliche und klimatische Verbreitung organischer Typen (Geographie der Pflanzen und Thiere) ist so verschieden von der beschreibenden Botanik und Zoologie, als die geognostische Kenntniß des Erdkörpers verschieden ist von der Drykognose. Eine *physische Weltbeschreibung* darf daher nicht mit der sogenannten *Encyclopädie der Naturwissenschaften* (ein weit-schichtiger Name für eine schlecht umgrenzte Disciplin) verwechselt werden. In der Lehre vom *Kosmos* wird das Einzelne nur in seinem Verhältniß zum Ganzen, als Theil der Welterscheinungen betrachtet; und je erhabener der hier bezeichnete Standpunkt ist, desto mehr wird diese Lehre einer eigenthümlichen Behandlung und eines belebenden Vortrags fähig.

Gedanken und Sprache stehen aber in innigem alten Wechselverlehr mit einander. Wenn diese der Darstellung Anmuth und Klarheit verleiht, wenn durch ihre angestammte Bildsamkeit und ihren organischen Bau sie das Unternehmen begünstigt, die Totalität der *Naturanschauung* scharf zu begrenzen; so ergießt sie zugleich, und fast unbemerkt, ihren belebenden Hauch auf die Gedankenfülle selbst. Darum ist das Wort mehr als Zeichen und Form, und sein geheimnißvoller Einfluß offenbart sich am mächtigsten da, wo er dem freien Volkessinn und dem eignen Boden entspringt. Stolz auf das Vaterland, dessen intellectuelle Einheit die feste Stütze jeder Kraftäußerung ist, wenden wir froh den Blick auf diese Vorzüge der Heimath. Hochbeglückt dürfen wir den nennen, der bei der lebendigen Darstellung der Phänomene des Weltalls aus den Tiefen einer Sprache schöpfen kann, die seit Jahrhunderten so mächtig auf Alles eingewirkt hat, was durch Erhöhung und ungebundene Anwendung geistiger Kräfte, in dem Gebiete schöpferischer Phantasie, wie in dem der ergründenden Vernunft, die Schicksale der Menschheit bewegt.

Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Weltbeschreibung.

In den allgemeinen Betrachtungen, mit denen ich die *Prolegomenen zur Weltanschauung* eröffnet, wurde entwickelt und durch Beispiele zu erläutern gesucht, wie der Naturgenuß, verschiedenartig in seinen inneren Quellen, durch klare Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen und in die Harmonie der belebenden Kräfte erhöht werden könne. Es wird jetzt mein Bestreben sein, den Geist und die leitende Idee der nachfolgenden wissenschaftlichen Untersuchungen specieller zu erörtern, das Fremdartige sorgfältig zu scheiden, den Begriff und den Inhalt der *Lehre vom Kosmos*, wie ich dieselbe aufgefaßt und nach vieljährigen Studien unter mancherlei Zonen bearbeitet, in übersichtlicher Kürze anzugeben. Möge ich mir dabei der Hoffnung schmeicheln dürfen, daß eine solche Erörterung den unvorsichtigen Titel meines Werkes rechtfertigen und ihn von dem Vor-

wurde der Annahme befreit werde. Die Prolegomenen umfassen in vier Abtheilungen nach der einleitenden Betrachtung über die Ergründung der Weltgesetze:

- 1) den Begriff und die Begrenzung der physischen Weltbeschreibung, als einer eigenen und abgesonderten Disciplin;
- 2) den objectiven Inhalt, die reale, empirische Ansicht des Natur-Ganzen in der wissenschaftlichen Form eines Natur-Gemäldes;
- 3) den Reflex der Natur auf die Einbildungskraft und das Gefühl, als Anregungsmittel zum Naturstudium durch begeisterte Schilderungen ferner Himmelsstriche und naturbeschreibende Poesie (ein Zweig der modernen Literatur), durch veredelte Landschaft-Malerei, durch Aufbau und contrastirende Gruppierung erotischer Pflanzenformen;
- 4) die Geschichte der Weltanschauung, d. h. der allmählichen Entwicklung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos, als einem Natur-Ganzen.

Je höher der Gesichtspunkt gestellt ist, aus welchem in diesem Werke die Naturerscheinungen betrachtet werden, desto bestimmter muß die zu begründende Wissenschaft umgrenzt und von allen verwandten Disciplinen geschieden werden. Physische Weltbeschreibung ist Betrachtung alles Geschaffenen, alles Seienden im Raume (der Natur=Dinge und Natur=Kräfte) als eines gleichzeitig bestehenden Natur-Ganzen. Sie zerfällt für den Menschen, den Bewohner der Erde, in zwei Hauptabtheilungen, den tellurischen und siderischen (uranologischen) Theil. Um die wissenschaftliche Selbstständigkeit der physischen Weltbeschreibung festzustellen und ihr Verhältniß zu anderen Gebieten, zur eigentlichen Physik oder Naturlehre, zur Naturgeschichte oder speciellen Naturbeschreibung, zur Geognosie und vergleichen den Geographie oder Erdbeschreibung zu schildern, wollen wir zunächst bei dem tellurischen (irdischen) Theile der physischen Weltbeschreibung verweilen. So wenig als die Geschichte der Philosophie in einer rohen Aneinanderreihung verschiedenartiger philosophischer Meinungen besteht, eben so wenig ist der tellurische Theil der Weltbeschreibung ein encyclopädisches Aggregat der oben genannten Naturwissenschaften. Die Grenzverwirrungen zwischen so innigst verwandten Disciplinen sind um so größer, als seit Jahrhunderten man sich gewöhnt hat, Gruppen von Erfahrungskennntnissen mit Namen zu bezeichnen, die bald zu eng, bald zu weit für das Bezeichnete sind, ja im klassischen Alterthume, in den Sprachen, denen man sie entlehnte, eine ganz andere Bedeutung als die hatten, welche wir ihnen jetzt beilegen. Die Namen einzelner Naturwissenschaften, der Anthropologie, Physiologie, Naturlehre, Naturgeschichte, Geognosie und Geographie, sind entstanden und allgemein gebräuchlich geworden, bevor man zu einer klaren Einsicht über die Verschiedenartigkeit der Objecte und ihre möglichst strenge Begrenzung, d. i. über den Eintheilungsgrund selbst, gelangt war. In der Sprache einer der gebildetsten Nationen Europa's ist sogar, nach einer tief eingewurzelten Sitte, Physik kaum von der Arzneikunde zu trennen, während daß technische Chemie, Geologie und Astronomie, ganz empirisch behandelt, zu den philosophischen Arbeiten (transactions) einer mit Recht weltberühmten Akademie gezählt werden.

Umtausch alter, zwar unbestimmter, aber allgemein verständlicher Namen gegen neuere ist mehrfach, aber immer mit sehr geringem Erfolge, von denen versucht worden, die sich mit der Classification aller Zweige des menschlichen Wissens beschäftigt haben, von der großen Encyclopädie (Margarita philosophica) des Carthäuser-Mönchs Gregorius Reisch *)

*) Die Margarita philosophica des Priors der Karthause bei Freiburg, Gregorius Reisch, erschien zuerst unter dem Titel Aepitome omnis Philosophiae, alias Margarita philosophica tractans de omni genere scibili. So die Heidelberger Ausgabe von 1486 und die Straßburger von 1504. In der Freiburger des-

selben Jahres und in den zwölf folgenden Editionen, welche in der kurzen Epoche bis 1535 erschienen, blieb der erste Theil des Titels weg. Das Werk hat einen großen Einfluß auf die Verbreitung mathematischer und physikalischer Kenntnisse im Anfang des 16ten Jahrhunderts ausgeübt, und Chasles, der gelehrte Verfasser

an bis Baco, von Baco bis D'Alembert und, um der neuesten Zeit zu gedenken, bis zu dem scharfsinnigen Geometer und Physiker Ampère*). Die wenig glückliche Wahl einer gräcifirenden Nomenclatur hat dem Unternehmen vielleicht mehr noch als die zu große dichotomische Zerspaltung und Vervielfältigung der Gruppen geschadet.

Die physische Weltbeschreibung, indem sie die Welt „als Gegenstand des äußeren Sinnes“ umfaßt, bedarf allerdings der allgemeinen Physik und der Naturgeschichte als Hilfswissenschaften; aber die Betrachtung der körperlichen Dinge unter der Gestalt eines, durch innere Kräfte bewegten und belebten Naturganzen hat als abgesonderte Wissenschaft einen ganz eigenthümlichen Charakter. Die Physik verweilt bei den allgemeinen Eigenschaften der Materie, sie ist eine Abstraction von den Kraftäußerungen der Stoffe; und schon da, wo sie zuerst begründet wurde, in den acht Büchern der physischen Vorträge des Aristoteles†), sind alle Erscheinungen der Natur als bewegende Lebensthätigkeit einer allgemeinen Weltkraft geschildert. Der tellurische Theil der physischen Weltbeschreibung, dem ich gern die alte ausdrucksvolle Benennung physischer Erdbeschreibung lasse, lehrt die Vertheilung des Magnetismus auf unserem Planeten nach Verhältnissen der Intensität und der Richtung, nicht die Geseze magnetischer Anziehung und Abstosung oder die Mittel, mächtige electro-magnetische Wirkungen bald vorübergehend, bald bleibend hervorzurufen. Die physische Erdbeschreibung schildert in großen Zügen die Gliederung der Continente und die Vertheilung ihrer Massen in beiden Hemisphären, eine Vertheilung, welche auf die Verschiedenheit der Klimate und die wichtigsten meteorologischen Prozesse des Luftkreises einwirkt; sie faßt den herrschenden Charakter der tellurischen Gebirgszüge auf, wie sie, in gleichlaufenden oder sich kreuzförmig durchschneidenden Reihen erhoben, verschiedenen Zeitepochen und Bildungs-Systemen angehören; sie untersucht die mittlere Höhe der Continente über der jetzigen Meeresfläche oder die Lage des Schwerpunktes ihres Volums, das Verhältniß der höchsten Gipfel großer Ketten zu ihrem Rücken, zur Meeresnähe oder zur mineralogischen Natur der Gebirgsarten; sie lehrt, wie diese Gebirgsarten thätig und bewegend (durchbrechend), oder leidend und bewegt, unter mannigfaltiger Neigung ihrer Schichten, aufgerichtet und gehoben erscheinen; sie betrachtet die Reihung oder Isolirtheit der Vulkane, die Beziehung ihrer gegenseitigen Kraftäußerung, wie die Grenzen ihrer Erschütterungskreise, die im Lauf der Jahrhunderte sich erweitern oder verengen. Sie lehrt, um auch einige Beispiele aus dem Kampf des Flüssigen mit dem Starren anzuführen, was allen großen Strömen gemeinsam ist in ihrem oberen und unteren Laufe; wie Ströme einer Bifurcation (einer Unabgeschlossenheit des Stromgebietes) in beiden Theilen ihres Laufes fähig sind; wie sie bald colossale Bergketten rechtwinklig durchschneiden, bald ihnen parallel laufen, sei es längs dem nahen Abfall oder in beträchtlicher Ferne, als Folge des Einflusses, den ein gehobenes Bergsystem auf die Oberfläche ganzer Länderstrecken, auf den föhligen Boden der anliegenden Ebene ausgeübt hat. Nur die Hauptresultate der vergleichenden Drogaphie und Hydrographie gehören in die Wissenschaft, die ich hier umgrenze, nicht Verzeichnisse von Berghöhen, von jetzt thätigen Vulkanen oder von Größen der Stromgebiete: alles dies bleibt, nach meinen Ansichten, der speciellen Länderkunde und den

des Aperçu historique des méthodes en Géometrie (1837), hat gezeigt, wie wichtig die Reichthümliche Encyclopédie für die Geschichte der Mathematik des Mittelalters ist. Ich habe mich bemüht, durch eine Stelle, die sich in einer einzigen Ausgabe der Margarita philosophica (der von 1513) findet, die wichtigen Verhältnisse des Geographen von St. Dié, Hyacinthus (Martin Waldfemüller), der den Neuen Welttheil zuerst (1507) Americus genannt hat, zu Amerigo Vesputici, zu dem König Renatus von Jerusalem, Herzog von Lothringen, und zu den berühmten Ausgaben des Ptolemäus von 1513 und 1522 zu entwirren. S. mein Examen critique de

la Géographie du Nouveau Continent et des progrès de l'astronomie nautique aux 15. et 16. siècles T. IV. p. 99—125.

*) Ampère, Essai sur la Phil. des Sciences 1834 p. 25. Whewell, Induct. Phil. T. II. p. 277, Park, Pantology p. 87.

†) Alle Veränderungen im Zustande der Körperwelt werden auf Bewegung reducirt. Aristot. Phys. ausc. III, 1. und 4. p. 200 und 201. Bekker; VIII, 1, 8. und 9. p. 250, 262 und 265. De gener. et corr. II, 10. p. 336. Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 6. p. 398.

mein Werk erläuternden Noten vorbehalten. Die Aufzählung gleichartiger oder nahe verwandter Naturverhältnisse, die generelle Uebersicht der tellurischen Erscheinungen in ihrer räumlichen Vertheilung oder Beziehung zu den Erdzonen ist nicht zu verwechseln mit der Betrachtung von Einzeldingen der Natur (irdischen Stoffen, belebten Organismen, physischen Vorgängen des Erdenlebens), einer Betrachtung, in der die Objecte bloß nach ihren inneren Analogien systematisch geordnet werden.

Specielle Länderbeschreibungen sind allerdings das brauchbarste Material zu einer allgemeinen physischen Geographie; aber die sorgfältigste Aneinanderreihung dieser Länderbeschreibungen würde eben so wenig das charakteristische Bild des tellurischen Naturganzen liefern, als die bloße Aneinanderreihung aller einzelnen Floren des Erdkreises eine Geographie der Pflanzen liefern würde. Es ist das Werk des combinirenden Verstandes, aus den Einzelheiten der organischen Gestaltung (Morphologie, Naturbeschreibung der Pflanzen und Thiere) das Gemeinsame in der klimatischen Vertheilung herauszuheben, die numerischen Gesetze (die fixen Proportionen in der Zahl gewisser Formen oder natürlicher Familien zu der Gesamtzahl der Thiere und Pflanzen höherer Bildung) zu ergründen; anzugeben, in welcher Zone jegliche der Hauptformen ihr Maximum der Artenzahl und der organischen Entwicklung erreicht, ja wie der landschaftliche Eindruck, den die Pflanzendecke unseres Planeten in verschiedenen Abständen vom Aequator auf das Gemüth macht, größtentheils von den Gesetzen der Pflanzen-Geographie abhängt.

Die systematisch geordneten Verzeichnisse aller organischen Gestaltungen, die wir ehemals mit dem allzu prunkvollen Namen von Natur-Systemen bezeichneten, bieten eine bewundernswürdige Verkettung nach inneren Beziehungen der Form-Ähnlichkeit (Struktur), nach Vorstellungsweisen von allmäliger Entfaltung (Evolution) in Blatt und Kelch, in farbigen Blüthen und Früchten, dar, nicht eine Verkettung nach räumlicher Gruppierung, d. i. nach Erdstrichen, nach der Höhe über der Meeresfläche, nach Temperatur-Einflüssen, die die ganze Oberfläche des Planeten erleidet. Der höchste Zweck der physischen Erdbeschreibung ist aber, wie schon oben bemerkt worden, Erkenntniß der Einheit in der Vielheit, Erforschung des Gemeinsamen und des inneren Zusammenhanges in den tellurischen Erscheinungen. Wo der Einzelheiten erwähnt wird, geschieht es nur, um die Gesetze der organischen Gliederung mit denen der geographischen Vertheilung in Einklang zu bringen. Die Fülle der lebendigen Gestaltungen erscheint, nach diesem Gesichtspunkte geordnet, mehr nach Erdzonen, nach Verschiedenheit der Krümmung isothermer Linien, als nach der inneren Verwandtschaft, oder nach dem, der ganzen Natur inwohnenden Principe der Steigerung und sich individualisirenden Entfaltung der Organe. Die natürliche Reihenfolge der Pflanzen- und Thier-Bildungen wird daher hier als etwas Gegebenes, der beschreibenden Botanik und Zoologie Entnommenes betrachtet. So ist es die Aufgabe der physischen Geographie, nachzuspüren, wie auf der Oberfläche der Erde sehr verschiedenartige Formen, bei scheinbarer Zerstreuung der Familien und Gattungen, doch in geheimnißvoller genetischer Beziehung zu einander stehen (Beziehungen des gegenseitigen Erfasses und Ausschließens), wie die Organismen ein tellurisches Naturganze bilden, durch Athem und leise Verbrennungs-Processe den Luftkreis modificiren und, vom Lichte in ihrem Gedeihen, ja in ihrem Dasein prometheisch bedingt, trotz ihrer geringen Masse, doch auf das ganze äußere Erde-Leben (das Leben der Erdrinde) einwirken.

Die Darstellungsweise, welche ich hier, als der physischen Erdbeschreibung ausschließlich geeignet, schildere, gewinnt an Einfachheit, wenn wir sie auf den uranologischen Theil des Kosmos, auf die physische Beschreibung des Weltraums und der himmlischen Weltkörper anwenden. Unterscheidet man, wie es der alte Sprachgebrauch thut, wie aber, nach tieferen Naturansichten, einst nicht mehr zu thun erlaubt sein wird, Naturlehre (Physik), die allgemeine Betrachtung der Materie, der Kräfte und der Be-

wegung, von der Chemie, der Betrachtung der verschiedenen Natur der Stoffe, ihrer stöchiologischen Heterogenität, ihrer Verbindungen und Mischungsveränderungen nach eigenen, nicht durch bloße Massen-Verhältnisse erklärbaren Ziehkräften; so erkennen wir in den tellurischen Räumen physische und chemische Proceßse zugleich. Neben der Grundkraft der Materie, der Anziehung aus der Ferne (Gravitation), wirken um uns her, auf dem Erdbörper, noch andere Kräfte in unmittelbarer Berührung oder unendlich kleiner Entfernung der materiellen Theile *), Kräfte sogenannter chemischer Verwandtschaft, die, durch Electricität, Wärme und eine Contact-Substanz mannigfach bestimmt, in der unorganischen Natur, wie in den belebten Organismen unausgesetzt thätig sind. In den Himmelsräumen bieten bisher sich unserer Wahrnehmung nur physische Proceßse, Wirkungen der Materie dar, die von der Massen-Vertheilung abhängen und die sich als den dynamischen Gesetzen der reinen Bewegungs-Lehre unterworfen darstellen lassen. Solche Wirkungen werden als unabhängig von qualitativen Unterschieden (von Heterogenität oder specifischer Verschiedenheit) der Stoffe betrachtet.

Der Erdbewohner tritt in Verkehr mit der geballten und ungeballten zerstreuten Materie des fernen Weltraumes nur durch die Phänomene des Lichts und den Einfluß der allgemeinen Gravitation (Massen-Anziehung). Die Einwirkungen der Sonne oder des Mondes auf die periodischen Veränderungen des tellurischen Magnetismus sind noch in Dunkel gehüllt. Ueber die qualitative Natur der Stoffe, die in dem Weltall kreisen oder vielleicht denselben erfüllen, haben wir keine unmittelbare Erfahrung, es sei denn durch den Fall der Aerolithen, wenn man nämlich (wie es ihre Richtung und ungeheure Wurfgeschwindigkeit mehr als wahrscheinlich macht) diese erhitzen, sich in Dämpfe einhüllenden Massen für kleine Weltkörper hält, die, auf ihrem Wege durch die himmlischen Räume, in die Anziehungs-Sphäre unseres Planeten kommen. Das heimische Ansehen ihrer Bestandtheile, ihre mit unseren tellurischen Stoffen ganz gleichartige Natur sind sehr auffallend. Sie können durch Analogie zu Vermuthungen über die Beschaffenheit solcher Planeten führen, die zu Einer Gruppe gehören, unter der Herrschaft Eines Central-Körpers sich durch Niederschläge aus kreisenden Ringen dunstförmiger Materie gebildet haben. Bessel's Pendelversuche, die von einer noch unerreichten Genauigkeit zeugen, haben dem Newton'schen Axiom, daß Körper von der verschiedenartigsten Beschaffenheit (Wasser, Gold, Quarz, körniger Kalkstein, Aerolithen-Massen) durch die Anziehung der Erde eine völlig gleiche Beschleunigung der Bewegung erfahren, eine neue Sicherheit verliehen; ja mannigfaltige rein astronomische Resultate, z. B. die fast gleiche Jupitermasse aus der Einwirkung des Jupiter auf seine Trabanten, auf Ende's Cometen, auf die kleinen Planeten (Vesta, Juno, Ceres und Pallas), lehren, daß überall nur die Quantität der Materie die Ziehkraft derselben bestimmt †).

Diese Ausschließung von allem Wahrnehmbaren der Stoff-Verschiedenheit vereinfacht auf eine merkwürdige Weise die Mechanik des Himmels: sie unterwirft das ungemessene Gebiet des Weltraums der alleinigen Herrschaft der Bewegungslehre, und der astrophysische Theil der physischen Weltbeschreibung schöpft aus der fest begründeten theoretischen Astronomie, wie der tellurische Theil aus der Physik, der Chemie und der organischen Morphologie. Das Gebiet der letztgenannten Disciplinen umfaßt so verwickelte und theilweise den mathematischen Ansichten widerstrebende Erscheinungen, daß der tellurische Theil der Lehre vom Kosmos sich noch nicht der-

*) Ueber die schon von Newton angeregte Frage von dem Unterschiede der Massen-Anziehung und Molecular-Attraction s. Laplace in der Exposition du Syst. du Monde p. 384 und in dem Supplement au Livre X. de la Mécanique ccl. p. 3 und 4 (Rant, Metaph. Anfangsgründe der Natur-Wissenschaft, in Samml.

Werken 1839. Bb. 5. S. 309. Peleot, Physique 1838. T. I. p. 59—63.)

†) Poisson in Conn. des tems pour l'année 1836 p. 64—66. Bessel in Poggenb. Annalen der Physik Bb. XXV. S. 417. Ende in Abhandlungen der Berliner Academie 1825 S. 257. Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie 1837. Bb. I. S. 352.

selben Sicherheit und Einfachheit der Behandlung zu erfreuen hat, welche der astronomische möglichst macht. In den hier angedeuteten Unterschieden liegt gewissermaßen der Grund, warum in der früheren Zeit griechischer Cultur die pythagoreische Naturphilosophie dem Weltraume mehr, als den Erdräumen zugewandt war, warum sie durch Philolaus, und in spätern Nachklängen durch Aristarch von Samos und Seleucus den Erythräer für die wahre Kenntniß unseres Sonnensystems in einem weit höheren Grade fruchtbringend geworden ist, als die ionische Naturphilosophie es der Physik der Erde sein konnte. Gleichgültiger gegen die specifische Natur des Raum-Erfüllenden, gegen die qualitative Verschiedenheit der Stoffe, war der Sinn der italischen Schule mit dorischem Ernste allein auf geregelte Gestaltung, auf Form und Maas gerichtet *), während die ionischen Physiologen bei dem Stoffartigen, seinen geahneten Umwandlungen und genetischen Verhältnissen vorzugsweise verweilten. Es war dem mächtigen, ächt philosophischen und dabei so praktischen Geiste des Aristoteles vorbehalten, mit gleicher Liebe sich in die Welt der Abstractionen und in die unermeßlich reiche Fülle des Stoffartig-Verschiedenen der organischen Gebilde zu versenken.

Mehrere und sehr vorzügliche Werke über physische Geographie enthalten in der Einleitung einen astronomischen Theil, in dem sie die Erde zuerst in ihrer planetarischen Abhängigkeit, in ihrem Verhältniß zum Sonnensystem betrachten. Dieser Weg ist ganz dem entgegengesetzt, den ich mir vorgezeichnet habe. In einer Weltbeschreibung muß der astronomische Theil, den Kant die Naturgeschichte des Himmels nannte, nicht dem tellurischen untergeordnet erscheinen. Im Kosmos ist, wie schon der alte Kopernicaner, Aristarch der Samier, sich ausdrückte, die Sonne (mit ihren Gefährten) ein Stern unter den zahllosen Sternen. Eine allgemeine Weltansicht muß also mit den, den Weltraum füllenden himmlischen Körpern beginnen, gleichsam mit dem Entwurf einer graphischen Darstellung des Universums, einer eigentlichen Weltkarte, wie zuerst mit kühner Hand sie Herschel der Vater gezeichnet hat. Wenn, trotz der Kleinheit unseres Planeten, der tellurische Theil in der Weltbeschreibung den größeren Raum einnimmt und am ausführlichsten behandelt wird, so geschieht dies nur in Beziehung auf die ungleiche Masse des Erkannten, auf die Ungleichheit des Empirisch-Zugänglichen. Jene Unterordnung des unanalogischen Theils finden wir übrigens schon bei dem großen Geographen Bernhard Varenius †) in der Mitte des 17ten Jahrhunderts. Er unterscheidet sehr scharfsinnig

*) Vgl. Dtfried Müller, Dorier, Vb. I. S. 365.

†) *Geographia generalis in qua affectiones generales telluris explicantur.* Die älteste Amsterdamer (Elsevirische) Ausgabe ist von 1650; die zweite (1672) und dritte (1681) wurden zu Cambridge von Newton besorgt. Das überaus wichtige Werk des Varenius ist im eigentlichen Sinne des Wortes eine physische Erdbeschreibung. Seit der vortrefflichen Naturbeschreibung des Neuen Continents, die der Jesuit Joseph de Acosta (*Historia natural de las Indias* 1590) entwarf, waren die tellurischen Phänomene nie in solcher Allgemeinheit aufgefaßt worden. Acosta ist reich an eigenen Beobachtungen; Varenius umfaßt einen größeren Ideenkreis, da ihn sein Aufenthalt in Holland, als dem Mittelpunkt eines großen Welthandels, in Verührung mit vielen wohlunterrichteten Reisenden gesetzt hatte. „*Generalis sive universalis Geographia dicitur, quae tellurem in genere considerat atque affectiones explicat, non habita particularium regionum ratione.*“ Die allgemeine Erdbeschreibung des Varenius (*Pars absoluta* cap. 1—22.) ist in ihrem ganzen Umfange eine vergleichende, wenn gleich der Verfasser das Wort *Geographia comparativa* (cap. 33—40.) in einer viel eingeschränkteren Bedeutung gebraucht. Merkwürdig sind die Aufzählung der Gebirgssysteme und die Betrachtung der Verhältnisse ihrer Richtungen zu der Gestalt der ganzen Continente (p. 66—76. ed.

Cantabr. 1681); die Liste der brennenden und ausgebrannten Vulkane; die Zusammenstellung der Resultate über die Vertheilung der Inseln und Inselgruppen (p. 220), über die Tiefe des Oceans in Vergleich mit der Höhe nader Küsten (p. 103), über den gleich hohen Stand der Oberfläche aller offenen Meere (p. 97), über die Strömungen in ihrer Abhängigkeit von den herrschenden Winden, die ungleiche Salzigkeit des Meeres und die Configuration der Küsten (p. 139), die Windrichtungen als Folge der Temperatur-Verschiedenheit u. s. f. Auch die Betrachtungen über die allgemeine Äquinoctial-Strömung von Osten nach Westen als Ursache des schon am Cap San Augustin anfangenden und zwischen Cuba und Floriba ausbrechenden Golf-Stromes (p. 140) sind vortrefflich. Die Richtungen der Strömung längs der westafrikanischen Küste zwischen dem Grünen Vorgebirge und der Insel Fernando Po im Golf von Guinea werden äußerst genau beschrieben. Die parabolischen Inseln hält Varenius für „gehobenen Meeresgrund“: *magna spiritalium inclusorum vi, sicut aliquando montes et terra protrusos esse quidam scribunt* (p. 215). Die 1681 von Newton veranlassete Ausgabe (auctior et emendatior) enthält leider keine Zusätze des großen Mannes. Der sphäroidalen Gestalt und Abplattung der Erde geschieht nirgends Erwähnung, obgleich Richer's Pendelversuche um 9 Jahre älter als die Ausgabe von Cambridge sind; aber Newton's *Principia mathematica*

allgemeine und specielle Erdbeschreibung, und theilt die erstere wieder in die absolut tellurische und die planetarische ein, je nachdem man betrachtet die Verhältnisse der Erdoberfläche in den verschiedenen Zonen, oder das solarisch-lunare Leben der Erde, die Beziehung unseres Planeten zu Sonne und Mond. Ein bleibender Ruhm für Varenius ist es, daß die Ausführung eines solchen Entwurfes der allgemeinen und vergleichenden Erdkunde Newton's Aufmerksamkeit in einem hohen Grade auf sich gezogen hatte; aber bei dem mangelhaften Zustande der Hülfswissenschaften, aus denen Varenius schöpfte, konnte die Bearbeitung nicht der Größe des Unternehmens entsprechen. Es war unserer Zeit vorbehalten, die vergleichende Erdkunde in ihrem weitesten Umfange, ja in ihrem Reflex auf die Geschichte der Menschheit, auf die Beziehungen der Erdgestaltung zu der Richtung der Völkerzüge und der Fortschritte der Geseßtung, meisterhaft bearbeitet *) zu sehen.

Die Aufzählung der vielfachen Strahlen, die sich in dem gesammten Naturwissen wie in einem Brennpunkte vereinigen, kann den Titel des Werks rechtfertigen, das ich, am späten Abend meines Lebens, zu veröffentlichen wage. Dieser Titel ist vielleicht kühner als das Unternehmen selbst, in den Grenzen, die ich mich gesetzt habe. In speciellen Disciplinen hatte ich bisher, so viel als möglich, neue Namen zur Bezeichnung allgemeiner Begriffe vermieden. Wo ich Erweiterungen der Nomenclatur versuchte, waren sie auf die Einzeldinge der Thier- und Pflanzenkunde beschränkt gewesen. Das Wort: physische Weltbeschreibung, dessen ich mich hier bediene, ist dem längst gebräuchlichen: physische Erdbeschreibung nachgebildet. Die Erweiterung des Inhalts, die Schilderung eines Naturganzen von den fernen Nebelflecken an bis zur klimatischen Verbreitung der organischen Gewebe, die unsere Felsklippen färben, machen die Einführung eines neuen Wortes nothwendig. So sehr auch in dem Sprachgebrauch, bei der früheren Beschränktheit menschlicher Ansichten, die Begriffe Erde und Welt sich verschmelzen (ich erinnere an die Ausdrücke: Weltumseglung, Weltkarten, Neue Welt), so ist doch die wissenschaftliche Absonderung von Welt und Erde ein allgemein gefühltes Bedürfnis. Die schönen und richtigen gebildeten Ausdrücke: Weltgebäude, Weltraum, Weltkörper, Welterschöpfung für den Inbegriff und den Ursprung aller Materie, der irdischen, wie der der fernsten Gestirne, rechtfertigen diese Absonderung. Um dieselbe bestimmter, ich könnte sagen feierlicher und auf alterthümliche Weise anzudeuten, ist dem Titel meines Werkes das Wort Kosmos vorgelegt, das ursprünglich, in der Homerischen Zeit, Schmuß und Ordnung bedeutete, später aber zu einem philosophischen Kunstausdrucke, zur wissenschaftlichen Bezeichnung der Wohlgeordnetheit der Welt, ja der ganzen Masse des Raumerfüllenden, d. i. des Weltalls selbst, umgeprägt ward.

Bei der Schwierigkeit, in der steten Veränderlichkeit irdischer Erscheinungen das Geregelte oder Geseßliche zu erkennen, wurde der Geist der Menschen vorzugsweise und früh von der gleichförmigen, harmonischen Bewegung der Himmelskörper angezogen. Nach dem Zeugnisse des Philolaus, dessen ächte Bruchstücke Böckh so geistreich bearbeitet hat, nach dem einstimmigen Zeugniß des ganzen Alterthums †) hat Pythagoras zuerst das Wort Kos-

Philosophiae naturalis wurden erst im April 1686 der königlichen Societät zu London im Manuscripte mitgetheilt. Es schwebt viel Ungewißheit über das Vaterland des Varenius. Nach Jöcher ward er in England, nach der Biographie Universelle (T. 47, p. 495) in Amsterdam geboren; aus der Zueignung der allgemeinen Geographie an die Bürgermeister dieser Stadt ist aber zu ersehen, daß beide Angaben gleich falsch sind. Varenius sagt ausdrücklich, er habe sich nach Amsterdam geflüchtet, „da seine Vaterstadt im langen Kriege eingeäschert und gänzlich zerstört worden sei.“ Diese Worte scheinen das nördliche Deutschland und die Verheerungen des dreißigjährigen Krieges zu bezeichnen. Auch be-

merkt Varenius in der Zueignung seiner Descriptio Regni Japoniae (Ams. 1649) an den Senat von Hamburg: daß er seine ersten mathematischen Studien auf dem Hamburger Gymnasium gemacht habe. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß dieser scharfsinnige Geograph ein Deutscher, und zwar ein Lüneburger, war. Witten, (Mem. Theol. 1685, p. 2142. Zedler, Universal-Lexikon Th. XLVI. 1745, S. 187.)

*) Carl Ritter's Erdkunde im Verhältniß zur Natur und zur Geschichte des Menschen, oder allgemeine vergleichende Geographie.

†) Κόσμος war in der ältesten und eigentlichen Bedeutung wohl nur Schmuß (Männer-, Frauen- oder

mos für Weltordnung, Welt und Himmelsraum gebraucht. Aus der philosophischen italischen Schule ist das Wort in die Sprache der Dichter der Natur (Parmenides und Empedokles), später endlich und langsamer in die Prosaiker übergegangen. Daß, nach pythagoreischen Ansichten, dasselbe Wort in der Mehrzahl bisweilen auch auf einzelne Weltkörper (Planeten), die um den Heerd der Welt eine kreisförmige Bahn beschreiben, oder auf Gruppen von Gestirnen (Weltinseln) angewendet wurde, ja daß Philolaos sogar einmal Olymp, Kosmos und Uranos unterscheidet, ist hier nicht zu erörtern. In meinem Entwurfe einer Weltbeschreibung ist Kosmos, wie der allgemeinste Gebrauch in der nachpythagoreischen Zeit es gebietet und wie der unbe-

pferschmuck); bildlich Ordnung, für *εὐαγία*, und Schmuck der Rede. Daß Pythagoras zuerst das Wort für Weltordnung und Welt gebraucht, wird von den Alten einstimmig versichert. Da er selbst nicht geschrieben, so sind die ältesten Beweisstellen die Bruchstücke des Philolaos (Stob. Elog. p. 360 und 460. Heeren; Philolaos von Böckh S. 62 und 90). Wir führen nicht mit Räte den Timäus von Locri an, weil seine Aechtheit zu bezweifeln ist. Plutarch (de plac. phil. II, 1.) sagt auf das bestimmteste, daß Pythagoras zuerst den Inbegriff des Universums Kosmos nannte wegen der darin herrschenden Ordnung. (Ebenso Galen. Hist. phil. p. 429.) Das Wort ging in der neuen Bedeutung aus der philosophischen Schule in die Sprache der Naturdichter und der Prosaiker über. Plato fährt fort, die Weltkörper selbst Uranos zu nennen; die Weltordnung ist ihm aber auch Kosmos, und im Timäus (p. 30. B.) heißt das Weltall ein mit Seele begabtes Thier (*Κόσμον ζῶον ἑρμῶδες*). Vergl. über den von allem Stoff geforderten weltordennden Geist Anaxag. Claz. ed. Schaubach p. 111, und Plat. de plac. phil. II, 3. Bei Aristoteles (de Coelo I, 9.) ist Kosmos „Welt und Weltordnung“; er wird aber auch betrachtet als räumlich zerfallend in die sublunarisches Welt und die höhere, über dem Monde (Meteor. I, 2, 1. und I, 3, 13. p. 339, a. und 340, b. Bekk.). Die von mir oben im Text citirte Definition des Kosmos aus dem Pseudo-Aristoteles de Mundo cap. 2. (p. 391) lautet also: *Κόσμος ὅστις σύστημα τῆς οὐρανόθεν καὶ γῆς καὶ τῶν ἐν τούτοις περιεχομένων φύσεων. λέγεται δὲ καὶ ἑτέρως Κόσμος ἡ τῶν ὄλων τάξις τε καὶ διακόσμησις, ὑπὸ θεῶν τε καὶ διὰ θεῶν φυλάττειν*. Die meisten Stellen der griechischen Schriftsteller über Kosmos finde ich gesammelt 1) in der Streitschrift von Richard Bentley gegen Charles Boyle (Opuscula philologica 1781, p. 347, 445, Dissertation upon the Epistles of Phalaris 1817 p. 254) über die historische Existenz des Jaleucus, Gefeßgebers von Locri; 2) in Räte's vortheilhaften Sched. crit. 1812 p. 9—15 und 3) in Theoph. Schmidts ad Clom. eyel. theor. met. I, 1. (p. IX, 1 und 99.) Kosmos wurde in engerer Bedeutung auch in der Mehrzahl (Plat. I, 5.) gebraucht, indem entweder jeder Stern (Weltkörper) so genannt wird (Stob. I, p. 514. Plat. II, 13.), oder in dem unendlichen Weltraume viele einzelne Weltsysteme (Weltinseln) angenommen werden, deren jedes eine Sonne und einen Mond hat (Anaxag. Claz. fragm. p. 89, 93, 120. Brandis, Gesch. der Griechisch-Römischen Philosophie, Bd. 1. S. 252). Da jede Gruppe dann ein Kosmos wird, so ist das Weltall, *τὸ πᾶν*, ein höherer Begriff und von Kosmos verschieden (Plat. II, 1.). Für Erde wird das letzte Wort erst lange nach der Zeit der Ptolemäer gebraucht. Böckh hat Inschriften zum Lobe des Trajan und Hadrian bekannt gemacht (Corpus Inscr. Graec. T. I. nr. 334 und 1306), in denen *Κόσμος* an die Stelle von *οικουμένη* tritt, ganz wie auch wir oft unter Welt die Erde allein verstehen. Die sonderbare, oben erwähnte Dreitheilung des Weltraumes in Olymp, Kosmos und Uranos (Stob. I. p. 488. Philolaos S. 94—

102) bezieht sich auf die verschiedenen Regionen, welche den Heerd des Weltalls, die pythagoreische *Ἑρμία τοῦ παντός*, umgeben. Die innerste Region zwischen Mond und Erde, das Gebiet des Herdberlichen, wird in dem Bruchstücke Uranos genannt. Das mittlere Gebiet, das der unveränderlich wohlgeordnet kreisenden Planeten, heißt nach einer sehr particulären Weltansicht ausschließlich Kosmos. Die äußerste Region, eine feurige, ist der Olymp. „Wenn man“ bemerkt die tiefe Forscher der Sprachverwandtschaften, Bopp, *Κόσμος* von der Sanskrit-Wurzel *s'ud'*, purificari, ableitet, wie schon Vott gethan (Etymol. Forschungen Th. I. S. 39 und 252), so hat man in lautlicher Beziehung zu betrachten 1) daß das griechische *κ* in (*Κόσμος*) aus dem palatalen *s*, das Bopp durch *s'* und Vott durch *g* ausdrücken, hervorgegangen ist, wie *δεκα*, deoem, gothisch *taihun*, aus dem indischen *das'an*; 2) daß das indische *d'* regelmäßig (Vergleichen Gram. § 99.) dem griechischen *s* entspricht, woraus das Verhältniß von *Κόσμος* (für *Κόσμος*) zur Skr. Wurzel *s'ud'*, wovon auch *καθαρός*, klar wird. Ein anderer indischer Ausdruck für Welt ist *gagat* (spr. dschagat), was eigentlich das Sehende bedeutet, als Participium von *gagāmi*, ich sehe (aus der Wurzel *gā*).“ In dem inneren Kreise des hellenischen Sprach-Zusammenhanges knüpft sich nach dem Etym. M. p. 532, 12 *Κόσμος* zunächst an *κόσος* oder vielmehr *καίνωμαι* (wovon *κεκαομένος* oder *κεκαομένος*) an. Hiermit verbindet Welker (Eine kritische Col. in Theben S. 23.) auch den Namen *Κάσμος*, wie bei dem Hesychius *Κάσμος* eine kreisförmige Wafferrüstung bedeutet. — Die Römer haben bei Einführung der philosophischen Kunstsprache der Griechen ganz wie diese das mit *Κόσμος* (Frahensschmuck) ursprünglich gleichbedeutende Wort *mundus* zur Welt und zum Weltall umgestempelt. Cuius scheint zuerst diese Neuerung gewagt zu haben; er sagt nach einem Fragmente, das uns Macrobius (Sat. VI, 2.) in seinem Gader mit Virgil aufbewahrt hat: „*Mundus coeli vastus constitit silentio*“, wie Cicero: „*quem nos lucentem mundum vocamus*“ (Timaecus s. de univ. cap. 10.). Die Sanskrit-Wurzel *mand*, von der Vott (Etym. Forsch. Th. I. S. 240) das lateinische *mundus* ableitet, vereinigt beide Bedeutungen von glänzen und schmücken. *Lōka* ist im Sanskrit Welt und Menschen, wie das französische monde, und stammt, nach Bopp, von *lok*, sehen und leuchten, her; auf ähnliche Weise bedeutet das slavische *svjet* (Grimm, Deutsche Grammatik. Bd. III. S. 394) Licht und Welt. Das letzte Wort, dessen wir uns heute bedienen, althoughdeutsch *wörald*, altdeutsch *worold*, angelsächsisch *weruld*, bezeichnet nach Jacob Grimm ursprünglich bloß „den Zeitbegriff, saeculum (Menschenalter), nicht den räumlichen mundus.“ Bei den Täufern war der offene mundus ein umgekehrtes Gemölde, das seine Stupel nach unten, gegen die Unterwelt hin,ehrte und dem oberen Himmelsgewölbe nachgebildet war (Dfr. Müller, Etrusker Th. II. S. 98, 98 und 143). Die Welt im engeren tellurischen Sinne erscheint im Gothischen als der vom Meer (*marai, meri*) umgürtete Erdfreis, als *morigard*, ein Meergarten.

kannte Verfasser des Buches de Mundo, das lange dem Aristoteles zugeschrieben wurde, das Wort definit hat, für den Inbegriff von Himmel und Erde, für die ganze Körperwelt genommen. Durch Nachahmungssucht der spät philosophirenden Römer wurde das Wort mundus, welches bei ihnen Schmuck, nicht einmal Ordnung, bezeichnete, zu der Bedeutung von Weltall umgestempelt. Die Einführung eines solchen Kunstausdrucks in die lateinische Sprache, die wörtliche Uebertragung des griechischen Kosmos, in zweifachem Sinne gebraucht, ist wahrscheinlich dem Ennius *) zuzuschreiben, einem Anhänger der italischen Schule, dem Uebersetzer pythagoreischer Philosopheme des Epicharmus oder eines Nachahmers desselben.

Wie eine physische Weltgeschichte, wenn die Materialien dazu vorhanden wären, im weitesten Sinne des Worts die Veränderungen schildern sollte, welche im Laufe der Zeiten der Kosmos durchwandert hat, von den neuen Sternen an, die am Firmamente urplötzlich aufgelodert, und den Nebelflecken, die sich auflösen oder gegen ihre Mitte verdichten, bis zum feinsten Pflanzen-Gewebe, das die nackte, erkaltete Erdrinde oder ein gehobenes Corallen-Riff allmählig und fortschreitend bedeckt; so schildert dagegen die physische Weltbeschreibung das Zusammen-Bestehende im Raume, das gleichzeitige Wirken der Naturkräfte und der Gebilde, die das Product dieser Kräfte sind. Das Seiende ist aber, im Begreifen der Natur, nicht von dem Werden absolut zu scheiden: denn nicht das Organische allein ist ununterbrochen im Werden und Untergehen begriffen, das ganze Erdenleben mahnt, in jedem Stadium seiner Existenz, an die früher durchlaufenen Zustände. So enthalten die über einander gelagerten Steinschichten, aus denen der größere Theil der äußeren Erdrinde besteht, die Spuren einer fast gänzlich untergegangenen Schöpfung; sie verkünden eine Reihe von Bildungen, die sich gruppenweise ersetzt haben; sie entfalten dem Blick des Beobachters gleichzeitig im Raume die Faunen und Floren der verflossenen Jahrtausende. In diesem Sinne wären Naturbeschreibungen und Naturgeschichte nicht gänzlich von einander zu trennen. Der Geognost kann die Gegenwart nicht ohne die Vergangenheit fassen. Beide durchbringen und verschmelzen sich in dem Naturbilde des Erdkörpers, wie, im weiten Gebiete der Sprachen, der Etymologe in dem dormaligen Zustande grammatischer Formen ihr Werden und progressives Gestalten, ja die ganze sprachbildende Vergangenheit in der Gegenwart abgepiegelt findet. In der materiellen Welt aber ist diese Abspiegelung des Gewesenen um so klarer, als wir analoge Producte unter unseren Augen sich bilden sehen. Unter den Gebirgsarten, um ein Beispiel der Geognosie zu entlehnen, beleben Trachyt-Kegel, Basalt, Dimsstein-Schichten und schlackige Mandelsteine auf eigenthümliche Weise die Landschaft. Sie wirken auf unsere Einbildungskraft wie Erzählungen aus der Vorwelt. Ihre Form ist ihre Geschichte.

Das Sein wird in seinem Umfang und inneren Sein vollständig erst als ein Gewordenes erkannt. Von dieser ursprünglichen Verschmelzung der Begriffe zeugt das classische Alterthum in dem Gebrauche des Worts: Historie bei Griechen und Römern. Wenn auch nicht in der Definition, die Verrius Flaccus †) giebt, so ist doch in den zoologischen Schriften des Aristoteles Historie eine Erzählung von dem Erforschten, dem sinnlich Wahrgenommenen. Die physische Weltbeschreibung des älteren Plinius führt den Titel einer Historia naturalis; in den Briefen des Ressen wird sie edler eine „Geschichte der Natur“ genannt. Im classischen Alterthum trennen die frühesten Historiker noch wenig die Länderbeschreibung von der Darstellung der Begebenheiten, deren Schauplatz die beschriebenen Länder gewesen sind. Physische Geographie und Geschichte erscheinen lange anmuthig gemischt, bis das wachsende politische Interesse und ein vielbewegtes Staatsleben das erste Element verdrängt, das nun in eine abgesonderte Disciplin übergangt.

*) Ueber den Ennius s. die scharfsinnigen Untersuchungen von Leopold Krabner in dessen Grundlinien zur Geschichte des Verfalls der römischen Staats-Religion 1837 S. 41—45. Wahrscheinlich schöpfte Ennius

nicht aus den Epicharmischen Stücken selbst, sondern aus Gedichten, die unter dem Namen des Epicharmus und im Sinne seines Systems geschrieben waren.

†) Gell. Noct. att. V, 18.

Die Vielheit der Erscheinungen des Kosmos in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zusammenhanges zu umfassen, kann, meiner Einsicht nach, bei dem jetzigen Zustande unseres empirischen Wissens nicht erlangt werden. Erfahrungswissenschaften sind nie vollendet, die Fülle sinnlicher Wahrnehmungen ist nicht zu erschöpfen; keine Generation wird je sich rühmen können, die Totalität der Erscheinungen zu übersehen. Nur da, wo man die Erscheinungen gruppenweise sondert, erkennt man in einzelnen gleichartigen Gruppen das Walten großer und einfacher Naturgesetze. Je mehr die physikalischen Wissenschaften sich ausbilden, desto mehr erweitern sich auch die Kreise dieses Waltens. Glänzende Beweise davon geben die neuerlangten Ansichten der Proceßse, welche sowohl im festen Erdbörper als in der Atmosphäre von electromagnetischen Kräften, von der strahlenden Wärme oder der Fortpflanzung der Lichtwellen abhängen; glänzende Beweise die Evolutions-Bildungen des Organismus, in denen alles Entstehende vorher angedeutet ist, wo gleichsam aus einerlei Hergang in der Vermehrung und Umwandlung von Zellen das Gewebe der Thier- und Pflanzenwelt entsteht. In der Verallgemeinerung der Gesetze, die anfangs nur engere Kreise, isolirtere Gruppen von Phänomenen zu beherrschen scheinen, giebt es mannigfaltige Abstufungen. Die Herrschaft der erkannten Gesetze gewinnt an Umfang, der ideelle Zusammenhang an Klarheit, so lange die Forschungen auf gleichartige, unter sich verwandte Massen gerichtet sind. Wo aber die dynamischen Ansichten, die sich dazu nur auf bildliche atomistische Voraussetzungen gründen, nicht ausreichen, weil die specifische Natur der Materie und ihre Heterogenität im Spiel sind, da gerathen wir, nach Einheit des Begreifens strebend, auf Klüfte von noch unergründeter Tiefe. Es offenbart sich dort das Wirken einer eigenen Art von Kräften. Das Gesetzmäßige numerischer Verhältnisse, welches der Scharfsinn der neueren Chemiker so glücklich und glänzend, doch aber ebenfalls nur unter einem uralten Gewande, in den Symbolen atomistischer Vorstellungsweisen erkannt hat, bleibt bis jetzt isolirt, ununterworfen den Gesetzen aus dem Bereich der reinen Bewegungslehre.

Die Einzelheiten, auf welche sich alle unmittelbare Wahrnehmung beschränkt, können logisch in Classen und Gattungen geordnet werden. Solche Anordnungen führen, wie ich schon oben tabelnd bemerkte, als ein naturbeschreibender Theil, den anmaßenden Titel von Natur-Systemen. Sie erleichtern freilich das Studium der organischen Gebilde und ihrer linearen Verkettung unter einander, aber als Verzeichnisse gewähren sie nur ein formelles Band; sie bringen mehr Einheit in die Darstellung, als in die Erkenntniß selbst. Wie es Graduationen giebt in der Verallgemeinerung der Naturgesetze, je nachdem sie größere oder kleinere Gruppen von Erscheinungen, weitere oder engere Kreise organischer Gestaltung und Gliederung umfassen, so giebt es auch Abstufungen im empirischen Forschen. Es beginnt dasselbe von vereinzeltten Anschauungen, die man gleichartig sondert und ordnet. Von dem Beobachten wird fortgeschritten zum Experimentiren, zum Hervorrufen der Erscheinungen unter bestimmten Bedingungen, nach leitenden Hypothesen, d. h. nach dem Vorgefühl von dem inneren Zusammenhange der Natur-Kräfte. Was durch Beobachtung und Experiment erlangt ist, führt, auf Analogien und Induction gegründet, zur Erkenntniß empirischer Gesetze. Das sind die Phasen, gleichsam die Momente, welche der beobachtende Verstand durchläuft und die in der Geschichte des Naturwissens der Völker besondere Epochen bezeichnen.

Zwei Formen der Abstraction beherrschen die ganze Masse der Erkenntniß, quantitative, Verhältnißbestimmungen nach Zahl und Größe, und qualitative, stoffartige Beschaffenheiten. Die erstere, zugänglichere Form gehört dem mathematischen, die zweite dem chemischen Wissen an. Um die Erscheinungen dem Calcul zu unterwerfen, wird die Materie aus Atomen (Moleculen) construirt, deren Zahl, Form, Lage und Polarität, die Erscheinungen bedingen soll. Die Mythen von imponderablen Stoffen und von eigenen Lebenskräften in jeglichem Organismus verwickeln und trüben die Ansicht der Natur.

Unter so verschiedenartigen Bedingungen und Formen des Erkennens bewegt sich träge die schwere Last unseres angehäuften und jetzt so schnell anwachsenden empirischen Wissens. Die grübelnde Vernunft versucht muthvoll und mit wechselndem Glücke, die alten Formen zu zerbrechen, durch welche man den widerstrebenden Stoff wie durch mechanische Constructionen und Sinnbilder, zu beherrschen gewohnt ist.

Wir sind noch weit von dem Zeitpunkte entfernt, wo es möglich sein könnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren. Es darf zweifelhaft genannt werden, ob dieser Zeitpunkt je herannahen wird. Die Complication des Problems und die Unermesslichkeit des Kosmos vereiteln fast die Hoffnung dazu. Wenn uns aber auch das Ganze unerreichbar ist, so bleibt doch die theilweise Lösung des Problems, das Streben nach dem Verstehen der Weltercheinungen der höchste und ewige Zweck aller Naturforschung. Dem Charakter meiner früheren Schriften, wie der Art meiner Beschäftigungen treu, welche Versuchen, Messungen, Ergründung von Thatsachen gewidmet waren, beschränke ich mich auch in diesem Werke auf eine empirische Betrachtung. Sie ist der alleinige Boden, auf dem ich mich weniger unsicher zu bewegen verstehe. Diese Behandlung einer empirischen Wissenschaft, oder vielmehr eines Aggregats von Kenntnissen, schließt nicht aus die Anordnung des Aufgefundenen nach leitenden Ideen, die Verallgemeinerung des Besonderen, das stete Forschen nach empirischen Naturgesetzen. Ein denkendes Erkennen, ein vernunftmäßiges Begreifen des Unversums würden allerdings ein noch erhabeneres Ziel darbieten. Ich bin weit davon entfernt, Bestrebungen, in denen ich mich nicht versucht habe, darum zu tadeln, weil ihr Erfolg bisher sehr zweifelhaft geblieben ist. Mannigfaltig mißverstanden, und ganz gegen die Absicht und den Rath der tiefsinnigen und mächtigen Denker, welche diese schon dem Alterthum eigenthümlichen Bestrebungen wiederum angeregt, haben naturphilosophische Systeme, eine kurze Zeit lang, in unserem Vaterlande, von den ernsten und mit dem materiellen Wohlstande der Staaten so nahe verwandten Studien mathematischer und physikalischer Wissenschaften abzulenken gedroht. Der berauschende Bahn des errungenen Besitzes, eine eigene, abenteuerlich-symbolisirende Sprache, ein Schematismus, enger, als ihn je das Mittelalter der Menschheit angezwängt, haben, in jugendlichem Mißbrauch edler Kräfte, die heiteren und kurzen Saturnalien eines rein ideellen Naturwissens bezeichnet. Ich wiederhole den Ausdruck: Mißbrauch der Kräfte; denn ernste, der Philosophie und der Beobachtung gleichzeitig zugewandte Geister sind jenen Saturnalien fremd geblieben. Der Inbegriff von Erfahrungskenntnissen und eine in allen ihren Theilen ausgebildete Philosophie der Natur (falls eine solche Ausbildung je zu erreichen ist) können nicht in Widerspruch treten, wenn die Philosophie der Natur, ihrem Versprechen gemäß, das vernunftmäßige Begreifen der wirklichen Erscheinungen im Weltall ist. Wo der Widerspruch sich zeigt, liegt die Schuld entweder in der Hohlheit der Speculation oder in der Anmaßung der Empirie, die mehr durch die Erfahrung erwiesen glaubt, als durch dieselbe begründet ward.

Man mag nun die Natur dem Bereich des Geistigen entgegensetzen, als wäre das Geistige nicht auch in dem Naturganzen enthalten, oder man mag die Natur der Kunst entgegenstellen, letztere in einem höheren Sinne als den Inbegriff aller geistigen Produktionskraft der Menschheit betrachtet; so müssen diese Gegensätze doch nicht auf eine solche Trennung des Physischen vom Intellektuellen führen, daß die Physik der Welt zu einer bloßen Anhäufung empirisch gesammelter Einzelheiten herabsinke. Wissenschaft fängt erst an, wo der Geist sich des Stoffes bemächtigt, wo versucht wird, die Masse der Erfahrungen einer Vernunftserkenntniß zu unterwerfen; sie ist der Geist, zugewandt zu der Natur. Die Außenwelt existirt aber nur für uns, indem wir sie in uns aufnehmen, indem sie sich in uns zu einer Naturanschauung gestaltet. So geheimnißvoll unzertrennlich als Geist und Sprache, der Gedanke und das befruchtende Wort

sind, eben so schmilzt, uns selbst gleichsam unbewußt, die Außenwelt mit dem Innersten im Menschen, mit dem Gedanken und der Empfindung zusammen. „Die äußerlichen Erscheinungen werden so,“ wie Hegel sich in der Philosophie der Geschichte ausdrückt, „in die innerliche Vorstellung überseht.“ Die objectivie Welt, von uns gedacht, in uns reflectirt, wird den ewigen, nothwendigen, alles bedingenden Formen unserer geistigen Existenz unterworfen. Die intellectuelle Thätigkeit übt sich dann an dem durch die sinnliche Wahrnehmung überkommenen Stoffe. Es liegt daher schon im Jugendalter der Menschheit, in der einfachsten Betrachtung der Natur, in dem ersten Erkennen und Auffassen eine Anregung zu naturphilosophischen Ansichten. Diese Anregung ist verschieden, mehr oder minder lebhaft, nach der Gemüthsstimmung, der nationalen Individualität und dem Culturzustande der Völker. Eine Geistesarbeit beginnt, sobald, von innerer Nothwendigkeit getrieben, das Denken den Stoff sinnlicher Wahrnehmungen aufnimmt.

Die Geschichte hat uns die vielfach gewagten Versuche aufbewahrt, die Welt der physischen Erscheinungen in ihrer Vielheit zu begreifen, eine einige, das ganze Universum durchdringende, bewegende, entnischende Weltkraft zu erkennen. Diese Versuche steigen in der classischen Vorzeit zu den Physiologien und Urstoff-Lehren der ionischen Schule hinauf, wo bei wenig ausgedehnter Empirie (bei einem dürftigen Material von Thatsachen) das ideelle Bestreben, die Naturerklärungen aus reiner Vernunft-Erkenntniß, vorherrschten. Je mehr aber während einer glänzenden Erweiterung aller Naturwissenschaften das Material des sicheren empirischen Wissens anwuchs, desto mehr erkaltete allmählig der Trieb, das Wesen der Erscheinungen und ihre Einheit, als ein Naturganzes, durch Construction der Begriffe aus der Vernunft-Erkenntniß abzuleiten. In der uns nahesten Zeit hat der mathematische Theil der Naturphilosophie sich einer großen und herrlichen Ausbildung zu erfreuen gehabt. Die Methoden und das Instrument (die Analyse) sind gleichzeitig vervollkommenet worden. Was so auf vielfachen Wegen durch sinnige Anwendung atomistischer Prämissen, durch allgemeineren und unmittelbareren Contract mit der Natur, durch das Hervorrufen und Ausbilden neuer Organe errungen worden ist, soll, wie im Alterthume, so auch jetzt, ein gemeinsames Gut der Menschheit, der freiesten Bearbeitung der Philosophie in ihren wechselnden Gestaltungen nicht entzogen werden. Bisweilen ist freilich die Unversehrtheit des Stoffes in dieser Bearbeitung einige Gefahr gelaufen; und in dem steten Wechsel ideeller Ansichten ist es wenig zu verwundern, wenn, wie so schön im Bruno*) gesagt wird, „viele die Philosophie nur meteorischer Erscheinungen fähig halten und daher auch die größeren Formen, in denen sie sich geoffenbart hat, das Schicksal der Kometen bei dem Volke theilen, das sie nicht zu den bleibenden und ewigen Werken der Natur, sondern zu den vergänglichen Erscheinungen feuriger Dünste zählt.“

Mißbrauch oder irrige Richtungen der Geistesarbeit müssen aber nicht zu der, die Intelligenz entehrenden Ansichten führen, als sei die Gedankenwelt, ihrer Natur nach, die Region phantastischer Truggebilde; als sei der so viele Jahrhunderte hindurch gesammelte überreiche Schatz empirischer Anschauung von der Philosophie, wie von einer feindlichen Macht, bedroht. Es geziemt nicht dem Geiste unserer Zeit, jede Verallgemeinerung der Begriffe, jeden, auf Induction und Analogien gegründeten Versuch, tiefer in die Verfassung der Natur-Erscheinungen einzudringen, als bodenlose Hypothese zu verwerfen, und unter den edeln Anlagen, mit denen die Natur den Menschen ausgestattet hat, bald die nach einem Causal-Zusammenhang grübelnde Vernunft, bald die regsame, zu allem Entdecken und Schaffen nothwendige und anregende Einbildungskraft zu verdammen.

*) Schelling's Bruno über das göttliche und natürliche Princip der Dinge, S. 181.

Naturgemälde.

Allgemeine Uebersicht der Erscheinungen.

Wenn der menschliche Geist sich erhebt, die Materie, d. h. die Welt physischer Erscheinungen zu beherrschen, wenn er bei denkender Betrachtung des Seienden die reiche Fülle des Naturlebens, das Walten der freien und der gebundenen Kräfte zu durchdringen strebt; so fühlt er sich zu einer Höhe gehoben, von der herab, bei weit hinschwindendem Horizonte, ihm das Einzelne nur gruppenweise vertheilt, wie umflossen von leichtem Dufte erscheint. Dieser bildliche Ausdruck ist gewählt, um den Standpunkt zu bezeichnen, aus dem wir hier versuchen das Universum zu betrachten und in seinen beiden Sphären, der himmlischen und der irdischen, anschaulich darzustellen. Das Gewagte eines solchen Unternehmens habe ich nicht verkannt. Unter allen Formen der Darstellung, denen diese Blätter gewidmet sind, ist der Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes um so schwieriger, als wir der Entfaltung gestaltenreicher Mannigfaltigkeit nicht unterliegen, und nur bei großen, in der Wirklichkeit oder in dem subjectiven Ideentreife geschiedenen Massen verweilen sollen. Durch Trennung und Unterordnung der Erscheinungen, durch ahnungsvolles Eindringen in das Spiel dunkel waltender Mächte, durch eine Lebendigkeit des Ausdrucks, in dem die sinnliche Anschauung sich naturwahr spiegelt, können wir versuchen das All (τὸ πᾶν) zu umfassen und zu beschreiben, wie es die Würde des großartigen Wortes Kosmos, als Universum, als Weltordnung, als Schmuck des Geordneten, erheischt. Möge dann die unermessliche Verschiedenartigkeit der Elemente, die in ein Naturbild sich zusammendrängen, dem harmonischen Eindruck von Ruhe und Einheit nicht schaden, welcher der letzte Zweck einer jeden literarischen oder rein künstlerischen Composition ist.

Wir beginnen mit den Tiefen des Weltraums und der Region der fernsten Nebelflecke, stufenweise herabsteigend durch die Sternsicht, der unser Sonnensystem angehört, zu dem Luft- und meerumflossenen Erdsphäroid, seiner Gestaltung, Temperatur und magnetischen Spannung, zu der Lebensfülle, welche, vom Lichte angeregt, sich an seiner Oberfläche entfaltet. So umfaßt ein Weltgemälde in wenigen Zügen die ungemessenen Himmelräume, wie die mikroskopischen kleinen Organismen des Thier- und Pflanzenreichs, welche unsere stehenden Gewässer und die verwitternde Rinde der Felsen bewohnen. Alles Wahrnehmbare, das ein strenges Studium der Natur nach jeglicher Richtung bis zur jetzigen Zeit erforscht hat, bildet das Material, nach welchem die Darstellung zu entwerfen ist; es enthält in sich das Zeugniß ihrer Wahrheit und Treue. Ein beschreibendes Naturgemälde, wie wir es in diesen Prolegomenen aufstellen, soll aber nicht bloß dem Einzelnen nachspüren; es bedarf nicht zu seiner Vollständigkeit der Aufzählung aller Lebensgestalten, aller Naturdinge und Naturprocesse. Der Tendenz endloser Zersplitterung des Erkannten und Gesammelten widerstrebend, soll der ordnende Denker trachten, der Gefahr der empirischen Fülle zu entgehen. Ein ansehnlicher Theil der qualitativen Kräfte der Materie oder, um naturphilosophischer zu reden, ihrer qualitativen Kraftäußerungen ist gewiß noch unentdeckt. Das Auffinden der Einheit in der Totalität bleibt daher schon deshalb unvollständig. Neben der Freude an der errungenen Erkenntniß liegt, wie mit Behmuth gemischt, in dem aufstrebenden, von der Gegenwart unbefriedigten Geiste die Sehnsucht nach noch nicht aufgeschlossenen, unbekannten Regionen des Wissens. Eine solche Sehnsucht knüpft fester das Band, welches, nach alten, das Innerste der Gedankenwelt beherrschenden

Gesehen, alles Sinnliche an das Unsinnliche kettet; sie belebt den Verkehr zwischen dem, „was das Gemüth von der Welt erfäßt, und dem, was es aus seinen Tiefen zurückgiebt.“

Ist demnach die Natur (Inbegriff der Naturdinge und Naturerscheinungen), ihrem Umfang und Inhalte nach, ein Unendliches, so ist sie auch für die intellectuellen Anlagen der Menschheit ein nicht zu fassendes und in allgemeiner ursächlicher Erkenntniß von dem Zusammenwirken aller Kräfte ein unauflösbares Problem. Ein solches Bekenntniß geziemt da, wo das Sein und Werden nur der unmittelbaren Forschung unterworfen bleibt, wo man den empirischen Weg und eine strenge inductorische Methode nicht zu verlassen wagt. Wenn aber auch das ewige Streben, die Totalität zu umfassen, unbefriedigt bleibt, so lehrt uns dagegen die Geschichte der Weltanschauung, welche einem anderen Theile dieser Prolegomenen vorbehalten bleibt, wie in dem Lauf der Jahrhunderte die Menschheit zu einer partiellen Einsicht in die relative Abhängigkeit der Erscheinungen allmählig gelangt ist. Meine Pflicht ist es, das gleichzeitig Erkannte nach dem Maaß und in den Schranken der Gegenwart übersichtlich zu schildern. Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume sind mittlere Zahlenwerthe der letzte Zweck, ja der Ausdruck physischer Gesetze; sie zeigen uns das Stetige in dem Wechsel und in der Flucht der Erscheinungen; so ist z. B. der Fortschritt der neueren messenden und wägenden Physik vorzugeweise durch Erlangung und Berichtigung der mittleren Werthe gewisser Größen bezeichnet; so treten wiederum, wie einst in der italischen Schule, doch in erweitertem Sinne, die einzigen in unsrer Schrift übrig gebliebenen und weit verbreiteten hieroglyphischen Zeichen, die Zahlen, als Mächte des Kosmos auf.

Den ernststen Forscher erfreut die Einfachheit numerischer Verhältnisse, durch welche die Dimensionen der Himmelsräume, die Größe der Weltkörper und ihre periodische Störungen, die dreifachen Elemente des Erdmagnetismus, der mittlere Druck des Luftmeeres, und die Menge der Wärme bezeichnet werden, welche die Sonne in jedem Jahre und in jedem Theile des Jahres über die einzelnen Punkte der festen oder flüssigen Oberfläche unsers Planeten ergießt. Unbefriedigter bleibt der Naturdichter, unbefriedigt der Sinn der neugierigen Menge. Beiden erscheint heute die Wissenschaft wie verödet, da sie viele der Fragen mit Zweifel oder gar als unauslöslich zurückweist, die man ehemals beantworten zu können wähnte. In ihrer strengeren Form, in ihrem engeren Gewande ist sie der verführerischen Anmuth beraubt, durch welche früher eine dogmatische und symbolisirende Physik die Vernunft zu täuschen, die Einbildungskraft zu beschäftigen wußte. Lange vor der Entdeckung der Neuen Welt glaubte man, von den canarischen Inseln oder den Azoren aus Länder in Westen zu sehen. Es waren Trugbilder, nicht durch eine ungewöhnliche Brechung der Lichtstrahlen, nur durch Sehnsucht nach der Ferne, nach dem Jenseitigen erzeugt. Solchen Reiz täuschender Luftgebilde bot die Naturphilosophie der Griechen, die Physik des Mittelalters, und selbst die der späteren Jahrhunderte, in reichem Maaße dar. An der Grenze des beschränkten Wissens, wie von einem hohen Inselufer aus, schweift gern der Blick in ferne Regionen. Der Glaube an das Ungewöhnliche und Wundervolle giebt bestimmte Umrisse jedem Erzeugniß idealer Schöpfung, und das Gebiet der Phantasie, ein Wunderland kosmologischer, geognostischer und magnetischer Träume, wird unaufhaltsam mit dem Gebiete der Wirklichkeit verschmolzen.

Natur, in der vielfachen Deutung des Wortes, bald als Totalität des Seienden und Werdenden, bald als innere, bewegende Kraft, bald als das geheimnißvolle Urbild aller Erscheinungen aufgefaßt, offenbart sich dem einfachen Sinn und Gefühle des Menschen vorzugeweise als etwas Irdisches, ihm näher Verwandtes. Erst in den Lebenskreisen der organischen Bildung erkennen wir recht eigentlich unsere Heimath. Wo der Erde Schooß ihre Blüthen und Früchte entfaltet, wo er die zahllosen Geschlechter der Thiere nährt, da tritt das Bild der Natur lebendiger vor unsre Seele. Es ist zunächst auf das Tellurische beschränkt; der glanzvolle Sternenteppich, die weiten Himmelsräume gehören einem Welt-

gemälde an, in dem die Größe der Massen, die Zahl zusammengebrängter Sonnen oder aufdämmernder Lichtnebel unsere Bewunderung und unser Staunen erregen, dem wir uns aber, bei scheinbarer Veröbding, bei völligem Mangel an dem unmittelbaren Eindruck eines organischen Lebens, wie entfremdet fühlen. So sind denn auch nach den frühesten physikalischen Ansichten der Menschheit Himmel und Erde, räumlich ein Oben und Unten, von einander getrennt geblieben. Sollte demnach ein Naturbild bloß den Bedürfnissen sinnlicher Anschauung entsprechen, so müßte es mit der Beschreibung des heimischen Bodens beginnen. Es schilderte zuerst den Erdkörper in seiner Größe und Form, in seiner, mit der Tiefe zunehmenden Dichtigkeit und Wärme, in seinen über einander gelagerten, starren und flüssigen Schichten; es schilderte die Scheidung von Meer und Land, das Leben, das in beiden als zelliges Gewebe der Pflanzen und Thiere sich entwickelt; den wogenden, stromreichen Luftcecan, von dessen Boden walbgekrönte Bergketten wie Klippen und Untiefen aufsteigen. Nach dieser Schilderung der rein tellurischen Verhältnisse erhöhe sich der Blick zu den Himmelsräumen; die Erde, der uns wohlbekannte Sitz organischer Gestaltungsprocesse, würde nun als Planet betrachtet. Er träte in die Reihe der Weltkörper, die um einen der zahllosen selbstleuchtenden Sterne kreisen. Diese Folge der Ideen bezeichnet den Weg der ersten sinnlichen Anschauungsweise, sie mahnet fast noch an die alte „meerumsflossene Erdscheibe,“ welche den Himmel trug; sie geht von dem Standort der Wahrnehmung, von dem Bekannten und Nahen zum Unbekannten und Fernen über. Sie entspricht der in mathematischer Hinsicht zu empfehlenden Methode unsrer astronomischen Lehrbücher, welche von den scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper zu den wirklichen übergeht.

In einem Werke aber, welches das bereits Erkannte, selbst das, was in dem dormaligen Zustande unseres Wissens für gewiß, oder nach verschiedenen Abstufungen für wahrscheinlich gehalten wird, aufzählen, nicht die Beweise liefern soll, welche die erzielten Resultate begründen, ist ein anderer Ideengang vorzuziehen. Hier wird nicht mehr von dem subjectiven Standpunkte, von dem menschlichen Interesse ausgegangen. Das Irdische darf nur als ein Theil des Ganzen, als diesem untergeordnet erscheinen. Die Naturansicht soll allgemein, sie soll groß und frei, nicht durch Motive der Nähe, des gemüthlicheren Antheils, der relativen Nützlichkeit beengt sein. Eine physische Weltbeschreibung, ein Weltgemälde beginnt daher nicht mit dem Tellurischen, sie beginnt mit dem, was die Himmelsräume erfüllt. Aber indem sich die Sphären der Anschauung räumlich verengen, vermehrt sich der individuelle Reichthum des Unterscheidbaren, die Fülle physischer Erscheinungen, die Kenntniß der qualitativen Heterogenität der Stoffe. Aus den Regionen, in denen wir nur die Herrschaft der Gravitationsgesetze erkennen, steigen wir dann zu unserem Planeten, zu dem verwickelten Spiel der Kräfte im Erdeleben herab. Die hier geschilderte naturbeschreibende Methode ist der, welche Resultate begründet, entgegengesetzt. Die eine zählt auf, was auf dem anderen Wege erwiesen worden ist.

Durch Organe nimmt der Mensch die Außenwelt in sich auf. Lichterscheinungen verkünden uns das Dasein der Materie in den fernsten Himmelsräumen. Das Auge ist das Organ der Weltanschauung. Die Erfindung des telescopischen Sehens hat seit dritthalb Jahrhunderten den späteren Generationen eine Macht verliehen, deren Grenze noch nicht erreicht ist. Die erste und allgemeinste Betrachtung im Kosmos ist die des Inhalts der Welträume, die Betrachtung der Vertheilung der Materie, des Geschaffenen, wie man gewöhnlich das Seiende und Werden zu nennen pflegt. Wir sehen die Materie theils zu rotirenden und kreisenden Weltkörpern von sehr verschiedener Dichtigkeit und Größe geballt, theils selbstleuchtend dunstförmig als Lichtnebel zerstreut. Betrachten wir zuerst die Nebelflecke, den in bestimmte Formen geschiedenen Weltstuf, so scheint derselbe in steter Veränderung seines Aggregat-Zustandes begriffen. Er tritt auf, scheinbar in kleinen Dimensionen, als runde oder elliptische Scheibe, einfach oder gepaart, bisweilen durch

einen Lichtfaden verbunden; bei größerem Durchmesser ist er vielgestaltet, langgestreckt, oder in mehrere Zweige auslaufend, als Fächer oder scharf begrenzter Ring mit dunklem Inneren. Man glaubt diese Nebelflecke mannigfaltigen, fortschreitenden Gestaltungs-Processen unterworfen, je nachdem sich in ihnen der Weltdunst um einen oder um mehrere Kerne nach Attractions-Gesetzen verdichtet. Fast drittehalbtausend solcher unaufzulösliehen Nebelflecke, in denen die mächtigsten Fernröhre keine Sterne unterscheiden, sind bereits aufgezählt und in ihrer örtlichen Lage bestimmt worden.

Die generische Entwicklung, die perpetuirliche Fortbildung, in welcher dieser Theil der Himmeleräume begriffen scheint, hat denkende Beobachter auf die Analogie organischer Erscheinungen geleitet. Wie wir in unsern Wäldern dieselbe Baumart gleichzeitig in allen Stufen des Wachstums sehen, und aus diesem Anblick, aus dieser Coexistenz den Eindruck fortschreitender Lebens-Entwicklung schöpfen, so erkennen wir auch in dem großen Weltgarten die verschiedensten Stadien allmäliger Sternbildung. Der Proceß der Verdichtung, den Anaximenes und die ganze ionische Schule lehrte, scheint hier gleichsam unter unsern Augen vorzugehen. Dieser Gegenstand des Forschens und Ahnens ist vorzugsweise anziehend für die Einbildungsraft. Was in den Kreisen des Lebens und aller inneren treibenden Kräfte des Weltalls so unaussprechlich fesselt, ist minder noch die Erkenntniß des Seins, als die des Werdens; sei dies Werden auch nur (denn vom eigentlichen Schaffen als einer Thathandlung, vom Entstehen, als „Anfang des Seins nach dem Nichtsein,“ haben wir weder Begriff noch Erfahrung) ein neuer Zustand des schon materiell Vorhandenen.

Nicht bloß durch Vergleichung der verschiednen Entwicklungs-Momente, in denen sich die gegen ihr Inneres mehr oder minder verdichteten Nebelflecke zeigen, auch durch unmittelbare auf einander folgende Beobachtungen hat man geglaubt, zuerst in der Andromeda, später im Schiffe Argo und in dem isolirten fahigen Theile des Orion-Nebels wirkliche Gestaltveränderungen zu bemerken. Ungleichheit der Lichtstärke in den angewandten Instrumenten, verschiedene Zustände unseres Luftkreises, und andere optische Verhältnisse machen freilich einen Theil der Resultate als wahrhaft historische Ergebnisse zweifelhaft.

Mit den eigentlichen vielgestalteten Nebelflecken, deren einzelne Theile einen ungleichen Glanz haben und die mit abnehmendem Umfang sich vielleicht zuletzt in Sterne concentriren, mit sogenannten planetarischen Nebeln, deren runde, etwas eiförmige Scheiben in allen Theilen eine völlig gleiche milde Intensität des Lichtes zeigen, sind nicht die Nebelsterne zu verwechseln. Hier projiciren sich nicht etwa zufällig Sterne auf fernem nebligem Grunde; nein, die dunstförmige Materie, der Lichtnebel bildet Eine Masse mit dem von ihm umgebenen Gestirne. Bei der oft sehr beträchtlichen Größe ihres scheinbaren Durchmessers und der Ferne, in der sie aufglimmen, müssen beide, die planetarischen Nebelflecke sowohl als die Nebelsterne, ungeheure Dimensionen haben. Neue und scharfsinnige Betrachtungen*) über den sehr verschiedenen Einfluß der Entfernung auf die Intensität des Lichtes einer Scheibe von meßbarem Durchmesser oder eines einzelnen selbstleuchtenden Punktes machen es nicht unwahrscheinlich, daß die planetarischen Nebelflecke sehr ferne Nebelsterne sind, in denen der Unterschied zwischen dem Centralsterne und der ihn umgebenden Dunsthülle selbst für unser teleskopisches Sehen verschwunden ist.

Die prachtvollen Zonen des südlichen Himmels zwischen den Parallelkreisen von 50° und 80° sind besonders reich an Nebelsternen und zusammengedrängten, nicht aufzulösenden Nebelflecken. Von den zwei Magelhanischen Wolken, die um den sternleeren, verödeten Südpol kreisen, erscheint besonders die größere, nach den neuesten Untersuchungen †), „als ein

*) Die optischen Betrachtungen über den Unterschied, welchen ein einziger leuchtender Punkt oder eine Scheibe von meßbarem Winkel darbieten, in der die Lichtstärke in jedem Abstände dieselbe bleibt, findet man entwickelt

in Arago, Analyse des travaux de Sir William Herschel (Annuaire du Bureau des Long. 1842 p. 410—412 und 441).

†) Die beiden Magelhanischen Wolken, Nubecula

wunderbares Gemenge von Sternschwärmen, von Theils kugelförmigen Haufen von Nebelsternen verschiedener Größe, und von unauflöselichen Nebelflecken, die, eine allgemeine Helligkeit des Gesichtsfeldes hervorbringend, wie den Hintergrund des Bildes darstellen.“ Der Anblick dieser Wolken, des lichtstrahlenden Schiffes Argo, der Milchstraße zwischen dem Scorpion, dem Centaur und dem Kreuze, ja die landschaftliche Anmuth des ganzen südlichen Himmels haben mir einen unvergesslichen Eindruck zurückgelassen. Das Zodiacallicht, das pyramidenförmig aufsteigt (ebenfalls in seinem milden Glanze der ewige Schmuck der Tropennächte), ist entweder ein großer zwischen der Erde und Mars rotirender Nebelring oder, doch mit minderer Wahrscheinlichkeit, die äußerste Schicht der Sonnen-Athmosphäre selbst. Außer diesen Lichtwolken und Nebeln von bestimmter Form verkündigen noch genaue und immer mit einander übereinstimmende Beobachtungen die Existenz und die allgemeine Verbreitung einer wahrscheinlich nicht selbst leuchtenden, unendlich fein zertheilten Materie, welche, Widerstand leistend, in dem Endeschen und vielleicht auch in dem Biela'schen Cometen durch Verminderung der Excentricität und Verkürzung der Umlaufszeit sich offenbart. Diese hemmende ätherische und kosmische Materie kann als bewegt, trotz ihrer ursprünglichen Tenuität als gravitirend, in der Nähe des großen Sonnenkörpers verdichtet, ja seit Myriaden von Jahren, durch ausströmenden Dunst der Cometenweise als vermehrt gedacht werden.

Gehen wir nun von der dunstartigen Materie des unermesslichen Himmelsraumes (*ὁὐδανὸς χώρος* *), wie sie bald formlos zerstreut und unbegrenzt, ein kosmischer Weltäther, bald in Nebelflecke verdichtet ist, zu dem geballten, starren Theile des Universums über, so nähern wir uns einer Classe von Erscheinungen, die ausschließlich mit dem Namen der Gestirne oder der Sternenvwelt bezeichnet wird. Auch hier sind die Grade der Starrheit oder Dichtigkeit der geballten Materie verschieden. Unser eigenes Sonnensystem bietet alle Stufen mittlerer Dichtigkeit (des Verhältnisses des Volums zur Masse) dar. Wenn man die Planeten von Merkur bis Mars mit der Sonne und mit Jupiter, und dann diese letzteren zwei Gestirne mit dem noch undichterem Saturn vergleicht, so gelangt man, in absteigender Stufenleiter, um an irdische Stoffe zu erinnern, von der Dichtigkeit des Antimon-Metalles zu der des Honigs, des Wassers und des Tannenholzes. In den Cometen, die den zahlreichsten Theil der individualisirten Naturformen unsers Sonnensystems ausmachen, läßt selbst noch der concentrirtere Theil, welchen wir den Kopf oder Kern zu nennen pflegen, das Sternenlicht ungebrochen durch. Die Masse der Cometen erreicht vielleicht nie den fünftausendsten Theil der Erdmasse. So verschiedenartig zeigen sich die Gestaltungs-Processe in dem ursprünglichen und vielleicht fortschreitenden Ballen der Materie. Von dem allgemeinsten ausgehend, war es vorzugsweise nöthig, hier diese Verschiedenartigkeit zu bezeichnen, nicht als ein Mögliches, sondern als ein Wirkliches, im Weltraume Gegebenes.

major und minor, sind höchst merkwürdige Gegenstände. Die größere Wolke ist eine Zusammenhäufung von Sternen, und besteht aus Sternhaufen von unregelmäßiger Gestalt, aus kugelförmigen Haufen und aus Nebelsternen von verschiedener Größe und Dichtigkeit. Es liegen dazwischen große, nicht in Sterne auflösende Nebelflecke, die wahrscheinlich Sternstaub (star-dust) sind, und selbst mit dem zwanzigfächigen Telescop nur als eine allgemeine Helligkeit des Gesichtsfeldes erscheinen und einen glänzenden Hintergrund bilden, auf dem andere Gegenstände von sehr auffallender und unbegreiflicher Gestalt zerstreut sind. In keinem anderen Theile des Himmels sind auf einem so kleinen Raume so viele Nebel- und Sternhaufen zusammengedrängt, wie in dieser Wolke. Die *Nubecula minor* ist viel weniger schön, sie zeigt mehr unaufgelöstes, nebligtes Licht, und die darin befindlichen Sternhaufen sind geringer an Zahl und schwächer.“ (Aus einem Briefe von Sir John Her-

schel, Feldhusen am Cap der guten Hoffnung, 13. Jun. 1836.)

*) Den schönen Ausdruck *κόρος οὐρανός*, welchen Hesiodus einem unbekannten Dichter entlehnt, hätte ich oben bei Himmels-Garten angeführt, wenn *κόρος* nicht allgemeiner einen eingedörsenen Platz, und so den „Himmelsraum“ bezeichnete. Der Zusammenhang mit dem germanischen Garten (gotisch *gards*, nach Jacob Grimm von *gairdan*, eingere) ist aber nicht zu verkennen, so wenig als die Verwandtschaft mit dem slavischen *grad*, *gorod* und die von Vott (Eymel. Forschungen Th. I. S. 144) bemerkte mit dem lateinischen *chors* (woher *corte*, *cour*) und dem ossetischen *khart*. Hieran schließt sich ferner das nordische *gard*, *gård* (Umzäunung, dann: ein Gehöfte, Landhuf) und das persische *gard*, *gird*, *Umkreis*, *Kreis*, dann ein fürstlicher Landhuf, Schloß oder Stadt, wie in alten Ortsnamen in Firdus's Schahnameh: *Siyawasschgird*, *Darabgird* u. a.

Was Bright, Kant und Lambert, nach Vernunftschlüssen, von der allgemeinen Anordnung des Weltgebäudes, von der räumlichen Vertheilung der Materie gehalten, ist durch Sir William Herschel auf dem sichreren Wege der Beobachtung und der Messung ergründet worden. Der große, begeisterte und doch so vorsichtig forschende Mann hat zuerst das Senkblei in die Tiefen des Himmels geworfen, um die Grenzen und die Form der abgesonderten Sternsicht zu bestimmen, die wir bewohnen; er hat zuerst gewagt, die Verhältnisse der Lage und des Abstandes ferner Nebelflecke zu unserer Sternsicht aufzuklären. Wilhelm Herschel hat (so sagt die schöne Grabinschrift zu Upton) die Schranken des Himmels durchbrochen (*caelorum porripuit claustra*); wie Columbus, ist er vorgedrungen in ein unbekanntes Weltmeer, Küsten und Inselgruppen erblickend, deren letzte wahre Ortsbestimmung kommenden Jahrhunderten vorbehalten bleibt.

Betrachtungen über die verschiedene Lichtstärke der Sterne und über ihre relative Zahl, d. i. über die numerische Seltenheit oder Anhäufung in gleich großen Feldern der Fernröhre, haben auf die Annahme ungleicher Entfernung und räumlicher Vertheilung in den durch sie gebildeten Schichten geleitet. Solche Annahmen, in so fern sie zu einer Begrenzung der einzelnen Theile des Weltbaus führen sollen, können allerdings nicht denselben Grad mathematischer Gewißheit darbieten, der in allem erreicht wird, was unser Sonnensystem, was das Kreisen der Doppelsterne mit ungleicher Geschwindigkeit um einen gemeinsamen Schwerpunkt, was die scheinbare oder wirkliche Bewegung aller Gestirne betrifft. Man würde geneigt sein, die physische Weltbeschreibung, wenn sie von den fernsten Nebelflecken anhebt, mit dem mythischen Theile der Weltgeschichte zu vergleichen. Beide Disciplinen beginnen im Dämmerlichte der Vorzeit, wie des unerreichbaren Raumes; und wo die Wirklichkeit zu entschwinden droht, ist die Phantasie zwiesach angeregt, aus eigener Fülle zu schöpfen und den unbestimmten, wechselnden Gestalten Umriß und Dauer zu geben.

Vergleicht man den Weltraum mit einem der inselreichen Meere unseres Planeten, so kann man sich die Materie gruppenweise vertheilt denken: bald in unauslöseliche Nebelflecke von verschiedenem Alter, um einen oder um mehrere Kerne verdichtet, bald schon in Sternhaufen oder isolirte Sporaden geballt. Unser Sternhaufen, die Weltinsel, zu der wir gehören, bildet eine linsenförmig abgeplattete, überall abgesonderte Schicht, deren große Ase zu sieben- bis achthundert, die kleine zu hundert und fünfzig Siriusweiten geschätzt wird. In der Voraussetzung, daß die Parallaxe des Sirius nicht größer ist als die genau bestimmte des glänzendsten Sternes im Centaur ($0'',9128$), durchläuft das Licht eine Siriusweite in drei Jahren, während aus Bessel's vortrefflicher früheren Arbeit*) über die Parallaxe des merkwürdigen 61sten Sternes im Schwan ($0'',3483$), dessen beträchtliche eigene Bewegung auf eine große Nähe hätte schließen lassen, folgt, daß von diesem Sterne das Licht zu uns erst in 94 Jahren gelangt. Unsere Sternsicht, eine Scheibe von geringer Dide, ist zu einem Drittel in zwei Arme getheilt; man glaubt, wir stehen dieser Theilung nahe, ja der Gegend des Sirius näher, als dem Sternbild des Ablers, fast in der Mitte der körperlichen Ausdehnung der Schicht, ihrer Dide oder kleinen Ase nach.

Dieser Ort unfres Sonnensystems und die Gestaltung der ganzen Linse sind aus Stern=Zählungen, d. h. aus jenen Sternzählungen geschlossen, deren ich oben be-

*) Für a Cent. Maclear (Resultate von 1839 und 1840) in den Transact. of the astron. Soc. Vol. XII. p. 370. Wahrscheinlicher mittlerer Fehler $0'',0640$; für 61 Cygni f. Bessel in Schum. Jahrbuch 1839 S. 47—49, und in Schum. Astr. Nachr. Bd. 17. S. 401, 402. Mittlerer Fehler $0'',0141$. Ueber die relativen Entfernungen der Sterne verschiedener Ordnung, wie die britter Größe wahrscheinlich dreifach entfernter sind, und wie man sich die körperliche Gestaltung der Sternsichten vorstellen solle, finde ich bei Kepler in der Epitome Astronomiae Copernicanae 1618 T. I

lib. 1. p. 34—39 eine merkwürdige Stelle: „Sol hio noster nil aliud est, quam una ex fixis, nobis major et elarior visa, quia propior quam fixa. Pone terram stare ad latus, una semidiametro viae lacteae, tunc haec via lactea apparebit circulus parvus, vel ellipsis parva, tota declinans ad latus alterum; eritque simul uo intuitu conspicua, quae nunc non potest nisi dimidia conspici quovis momento. Itaque fixarum sphaera non tantum orbe stellarum, sed etiam circulo lactis versus nos deorsum est terminata.“

reits erwähnte und die sich auf gleich große Abtheilungen des telescopischen Gesichtsfeldes beziehen. Die zu- und abnehmende Sternmenge mißt die Tiefe der Schicht nach verschiedenen Richtungen hin. So geben die Nüchungen die Länge der Bifionsradien, gleichsam die jedesmalige Länge des ausgeworfenen Senfbleies, wenn dasselbe den Boden der Sternschicht oder richtiger gesprochen, da hier kein oben und unten ist, die äußere Begrenzung erreichen soll. Das Auge steht in der Richtung der Längenaxe, da wo die meisten Sterne hinter einander liegen, die letzteren dicht zusammengedrängt, wie durch einen milchfarbenen Schimmer (Lichtbunst) vereinigt, und an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, in einem dasselbe ganz umziehenden Gürtel, perspectivisch dargestellt. Der schmale und in Zweige getheilte Gürtel, von prachtvollem, doch ungleichem und durch dunklere Stellen unterbrochenem Lichtglanze, weicht an der hohlen Sphäre nur um wenige Grade von einem größten Kreise ab, weil wir uns nahe bei der Mitte des ganzen Sternhaufens und fast in der Ebene selbst der Milchstraße befinden. Stünde unser Planetensystem fern a ußerhalb des Sternhaufens, so würde die Milchstraße dem bewaffneten Auge als ein Ring und, in noch größerer Ferne, als ein auflösender, scheibensförmiger Nebelfleck erscheinen.

Unter den vielen selbstleuchtenden ihren Ort verändernden Sonnen (irrhümlich sogenannten Fixsternen), welche unsre Weltinsel bilden, ist unsere Sonne die einzige, die wir als Centralkörper durch wirkliche Beobachtung in dem Verhältniß zu der von ihr unmittelbar abhängigen, um sie kreisenden geballten Materie (in mannigfacher Form von Planeten, Cometen und aërolithenartigen Asteroiden) kennen. In den vielfachen Sternen (Doppelsonnen oder Doppelsternen), so weit sie bisher ergründet sind, herrscht nicht dieselbe planetarische Abhängigkeit der relativen Bewegung und Erleuchtung, welche unser Sonnensystem charakterisirt. Zwei oder mehrere selbstleuchtende Gestirne, deren Planeten und Monde (falls sie vorhanden sind) unsrer jetzigen telescopischen Selbstkraft entgehen, kreisen allerdings auch hier um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt; aber dieser Schwerpunkt fällt in einen vielleicht mit ungeballter Materie (Weltbunst) ausgefüllten Raum, während derselbe bei unserer Sonne oft in der innersten Begrenzung eines sichtbaren Centralkörpers enthalten ist. Wenn man Sonne und Erde oder Erde und Mond als Doppelsterne, unser ganzes planetarisches Sonnensystem als eine vielfache Sterngruppe betrachtet, so erstreckt sich die Analogie, welche eine solche Benennung hervorruft, nur auf die, Attractions-Systemen verschiedener Ordnung zukommenden, von den Lichtprocessen und der Art der Erleuchtung ganz unabhängigen Bewegungen.

Bei dieser Verallgemeinerung kosmischer Ansichten, welche dem Entwurf eines Natur- oder Weltgemäldes zukommt, kann das Sonnensystem, zu dem die Erde gehört, in zwiefacher Beziehung betrachtet werden: zunächst in Beziehung auf die verschiedenen Classen individualisirter geballter Materie, auf die Größe, die Gestalt, die Dichtigkeit und den Abstand der Weltkörper desselben Systems; dann in Beziehung auf andre Theile unseres Sternhaufens, auf die Ortsveränderung der Sonne innerhalb desselben.

Das Sonnensystem, d. h. die um die Sonne kreisende sehr verschiedentlich geformte Materie, besteht nach unsrer jetzigen Kenntniß aus elf Hauptplaneten, achtzehn Monden oder Nebenplaneten, und Myriaden von Cometen, deren drei (planetarische) das enge Gebiet der Hauptplaneten nicht verlassen. Mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit dürfen wir auch dem Gebiete unserer Sonne, der unmittelbaren Sphäre ihrer Centralkraft, zuzählen: erstens einen rotirenden Ring dunstartiger Materie, vielleicht zwischen der Venus- und Marsbahn gelegen, gewiß die Erdbahn *) überschreitend und uns

*) Si dans les zones abandonnées par l'atmosphère du soleil il s'est trouvé des molécules trop volatiles pour s'unir entre elles ou aux planètes; elles doivent en continuant de circuler autour de cet astre offrir toutes les apparences de la lumière zodiacale, sans opposer de résistance sensible aux

divers corps du système planétaire; soit à cause de leur extrême rareté, soit parce que leur mouvement est à fort peu près le même que celui des planètes, qu'elles rencontrent." Laplace, Exp. du Syst. du Monde (éd. 5.) p. 415.

in Pyramidalform als Zodiacallicht sichtbar; zweitens eine Schaar von sehr kleinen Asteroiden, deren Bahnen unsre Erdbahn schneiden oder ihr sehr nahe kommen, und die Erscheinungen von Aerolithen und fallenden Sternschnuppen darbieten. Umfaßt man die Complication von Gestaltungen, die in so verschiedenen, mehr oder weniger excentrischen Bahnen um die Sonne kreisen; ist man nicht geneigt, mit dem unsterblichen Verfasser der *Mécanique céleste* die größere Zahl der Cometen für Nebelsterne zu halten, die von einem Centralsysteme zum anderen *) schweifen; so muß man bekennen, daß das vorzugsweise so genannte Planetensystem, d. h. die Gruppe der Weltkörper, welche in wenig excentrischen Bahnen sammt ihrem Mondgesolge um die Sonne kreisen, nicht der Masse, aber der Zahl der Individuen nach, einen kleinen Theil des ganzen Systems ausmacht.

Die telescopischen Planeten, Vesta, Juno, Ceres und Pallas, mit ihren unter sich verschlungenen, stark geneigten und mehr excentrischen Bahnen, hat man versucht als eine scheidende Zone räumlicher Abtheilungen in unserm Planetensysteme, gleichsam als eine mittlere Gruppe zu betrachten. Nach dieser Ansicht bietet die innere Planetengruppe (Merkur, Venus, Erde und Mars) in Vergleich mit der äußeren (Jupiter, Saturn und Uranus) mehrere auffallende Contraste †) dar. Die inneren, sonnennäheren Planeten sind von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und langsam rotirend (in fast 24stündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet, und bis auf einen gänzlich mondlos. Die äußeren, sonnenfernen Planeten sind mächtig größer, fünfmal undichter, mehr als zweimal schneller in der Umdrehungszeit um ihre Axe, stärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 17 zu 1, wenn dem Uranus wirklich sechs Satelliten zukommen.

Diese allgemeinen Betrachtungen über gewisse charakteristische Eigenschaften ganzer Gruppen lassen sich aber nicht mit gleichem Rechte auf die einzelnen Planeten jeglicher Gruppe anwenden; nicht auf die Verhältnisse des Abstandes von dem Centralkörper zu der absoluten Größe, zu der Dichtigkeit, zu der Umdrehungszeit, zu der Excentricität, zu der Neigung der Bahnen und Axen kreisender Weltkörper. Wir kennen bisher keine innere Nothwendigkeit, kein mechanisches Naturgesetz, welches (wie das schöne Gesetz, das die Quadrate der Umlaufzeiten an die Würfel der großen Axen bindet) die eben genannten sechs Elemente der Planetenkörper und der Form ihrer Bahnen von einander oder von den mittleren Entfernungen abhängig machte. Der sonnenferne Mars ist kleiner als die Erde und Venus, ja unter allen längstbekannten, größeren Planeten dem sonnennahen Merkur in dem Durchmesser am nächsten; Saturn ist kleiner als Jupiter und doch viel größer als Uranus. Die Zone der, im Volum so unbedeutenden, telescopischen Planeten liegt in einer Abstandsreihe, die von der Sonne anhebt, unmittelbar vor Jupiter, dem mächtigsten aller planetarischen Weltkörper; und doch haben mehrere dieser kleinen Asteroiden, deren Scheiben wenig meßbar sind, kaum die Hälfte mehr Oberfläche, als Frankreich, Madagascar oder Borneo. So auffallend auch die äußerst geringe Dichtigkeit aller der colossalen Planeten ist, welche der Sonne am fernsten liegen, so läßt sich auch hier keine regelmäßige Folge erkennen ‡). Uranus scheint wieder dichter als Saturn zu sein, selbst wenn man Lamont's kleinere Masse $\frac{1}{21605}$ annimmt; und trotz der unbeträchtlichen Dichtigkeitsverschiedenheit der innersten Planetengruppe ||) finden wir doch, zu beiden Seiten der Erde, Venus und Mars undichter, als sie selbst. Die Rotationszeit nimmt im Ganzen freilich in der Sonnenferne ab, doch ist sie im Mars größer als bei der Erde, im Saturn

*) Laplace a. a. D. S. 396 und 414.

†) Pittrow, *Astronomie* 1825, Bd. II. S. 107. Mädler, *Astr.* 1841 S. 212. (Laplace a. a. D. S. 210.)

‡) Kepler über die mit den Abständen von der Sonne zunehmende Dichte und zunehmendes Volum der Planeten, indem der Centralkörper (die Sonne) als der dichteste aller Weltkörper beschrieben wird, in *Epitome Astron. Copern.* in VII libros digesta, 1618—1622,

p. 420. Auch Leibniz war der Meinung Kepler's und Otto's von Guericke zugethan, daß die Planeten in Verhältniß der Sonnenferne an Volum zunehmen. S. dessen Brief an den Magdeburger Bürgermeister (Mainz 1671) in Leibniz deutschen Schriften, herausg. von Gubrauer. Th. I. S. 264.

||) S. für die Zusammenstellung der Massen *Encyclop. in Schum. Astr. Nachr.* 1843 Nr. 488. S. 114.

größer als im Jupiter. Die stärkste Excentricität unter allen Planeten haben die elliptischen Bahnen der Juno, der Pallas und des Merkur, die kleinste Venus und die Erde, zwei unmittelbar auf einander folgende Planeten. Merkur und Venus bieten demnach dieselben Contraste dar, als man in den vier, in ihren Bahnen eng verschlungenen Asteroiden bemerkt. Die unter sich sehr gleichen Excentricitäten der Juno und Pallas sind jede dreimal stärker, als die der Ceres und Vesta. Ebenso ist es mit der Neigung der Planetenbahnen gegen die Projectionsebene der Ecliptik und mit der Stellung der Umdrehungsachsen auf ihren Bahnen, einer Stellung, von welcher mehr noch als von der Excentricität die Verhältnisse des Klima's, der Jahreszeiten und Tageslängen abhängen. Die Planeten, welche die gedehnteste elliptische Bahn zeigen, Juno, Pallas und Merkur, haben auch, aber nicht in demselben Verhältniß, die stärksten Neigungen der Bahnen gegen die Ecliptik. Die der Pallas ist cometenartig, fast 26mal größer als die Neigung des Jupiter, während daß die kleine Vesta, die der Pallas so nahe ist, den Neigungswinkel der Jupiterbahn kaum sechsmal übertrifft. Die Achsenstellungen der wenigen (4 bis 5) Planeten, deren Rotationssebene wir mit einiger Gewißheit kennen, bieten ebenfalls keine regelmäßige Reihenfolge dar. Nach der Lage der Uranustrabanten zu urtheilen, deren zwei (der zweite und vierte) in den neuesten Zeiten mit Sicherheit wieder gesehen worden sind, ist die Achse des äußersten aller Planeten vielleicht kaum 11° gegen seine Bahn geneigt; und Saturn befindet sich mitten zwischen Jupiter, dessen Rotationsachse fast senkrecht steht, und dem Uranus, in welchem die Achse fast mit der Bahn zusammenfällt.

Die Welt der Gestaltungen wird in dieser Aufzählung räumlicher Verhältnisse geschildert als etwas thatsächliches, als ein Daseiendes in der Natur, nicht als Gegenstand intellectuellder Anschauung, innerer, ursächlich ergründeter Verfertigung. Das Planetensystem in seinen Verhältnissen von absoluter Größe und relativer Achsenstellung, von Dichtigkeit, Rotationszeit und verschiedenen Graden der Excentricität der Bahnen hat für uns nicht mehr Naturnothwendiges, als das Maas der Vertheilung von Wasser und Land auf unserm Erdkörper, als der Umriß der Continente oder die Höhe der Bergketten. Kein allgemeines Gesetz ist in dieser Hinsicht in den Himmelsräumen oder in den Unebenheiten der Erdrinde aufzufinden. Es sind Thatfachen der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, einst unter unbekannten Bedingungen wirkender Kräfte. Zufällig aber erscheint dem Menschen in der Planetenbildung, was er nicht genetisch zu erklären vermag. Haben sich die Planeten aus einzelnen um die Sonne kreisenden Ringen dunstförmiger Stoffe gebildet, so können die verschiedene Diche, die ungleichförmige Dichtigkeit, die Temperatur und die electro-magnetische Spannung dieser Ringe zu den verschiedensten Gestaltungen der gekallten Materie, wie das Maas der Wurfgeschwindigkeit und kleine Abänderungen in der Richtung des Wurfs zu den mannigfaltigsten Formen und Neigungen der elliptischen Bahnen Anlaß gegeben haben. Massenanziehungen und Gravitationsgesetze haben gewiß hier, wie in den geognostischen Verhältnissen der Continentalerhebungen, gewirkt; aber aus der gegenwärtigen Form der Dinge ist nicht auf die ganze Reihe der Zustände zu schließen, welche sie bis zu ihrer Entstehung durchlaufen haben. Selbst das sogenannte Gesetz der Abstände der Planeten von der Sonne, die Progression, aus deren fehlendem Gliede schon Kepler die Existenz eines die Lücke ausfüllenden Planeten zwischen Mars und Jupiter ahnete, ist als numerisch ungenau für die Distanzen zwischen Merkur, Venus und Erde, und, wegen des supponirten ersten Gliedes, als gegen die Begriffe einer Reihe streitend befunden worden.

Die elf bisher entdeckten, um unsere Sonne kreisenden Hauptplaneten finden sich gewiß von 14, wahrscheinlich von 18 Nebenplaneten (Monden, Satelliten) umgeben. Die Hauptplaneten sind also wiederum Centralkörper für untergeordnete Systeme. Wir erkennen hier in dem Weltbau gleichsam denselben Gestaltungsproceß, den uns so oft die Entfaltung des organischen Lebens, bei vielfach zusammengefügten Thier- und Pflanzengruppen, in der

typischen Formwiederholung untergeordneter Sphären zeigt. Die Nebenplaneten oder Monde werden häufiger in der äußeren Region des Planetensystems, jenseits der in sich verschlungenen Bahnen der sogenannten kleinen Planeten. Diesseits sind alle Hauptplaneten mondlos, die einzige Erde abgerechnet, deren Satellit verhältnißmäßig sehr groß ist, da sein Durchmesser den vierten Theil des Erddurchmessers ausmacht, während daß der größte aller bekannten Monde, der sechste der Saturnstrabanten, vielleicht $\frac{1}{47}$, und der größte aller Jupiterstrabanten, der dritte, dem Durchmesser nach, nur $\frac{1}{26}$ ihres Hauptplaneten oder Centralkörpers sind. Die mondreichsten Planeten findet man unter den fernsten, welche zugleich die größten, die sehr undichten und sehr abgeplatteten sind. Nach den neuesten Messungen von Mädler hat Uranus die stärkste aller planetarischen Abplattungen, $\frac{1}{2900}$. Bei der Erde und ihrem Monde, deren mittlere Entfernung von einander 51800 geographische Meilen beträgt, ist die Differenz *) der Massen und der Durchmesser beider Weltkörper weit geringer, als wir sie sonst bei Haupt- und Nebenplaneten und Körpern verschiedener Ordnung im Sonnensysteme anzutreffen gewohnt sind. Während die Dichtigkeit des Erdtrabanten $\frac{5}{9}$ geringer als die der Erde selbst ist, scheint, falls man den Bestimmungen der Größen und Massen hinlänglich trauen darf, unter den Monden, welche den Jupiter begleiten, der zweite dichter als der Hauptplanet zu sein.

Von den 14 Monden, deren Verhältnisse mit einiger Gewißheit ergründet worden sind, bietet das System der sieben Saturnstrabanten die Beispiele des beträchtlichsten Contrastes in der absoluten Größe und in den Abständen von dem Hauptplaneten dar. Der sechste Saturns-Satellit ist wahrscheinlich nicht viel kleiner als Mars, während unser Erdmond genau nur den halben Durchmesser dieses Planeten hat. Am nächsten steht, dem Volumen nach, den beiden äußersten (dem sechsten und siebenten) Saturnstrabanten der dritte und hellste unter den Jupitersmonden. Dagegen gehören die durch das 40füßige Telescop im Jahr 1789 von Wilhelm Herschel entdeckten, von John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung, von Vico zu Rom und von Lamont zu München wiedergesehenen zwei innersten Saturnstrabanten, vielleicht neben den so fernen Uranusmonden, zu den kleinsten und nur unter besonders günstigen Umständen in den mächtigsten Fernröhren sichtbaren Weltkörpern unseres Sonnensystems. Alle Bestimmungen der wahren Durchmesser der Satelliten, ihre Herleitung aus der Messung der scheinbaren Größe kleiner Scheiben sind vielen optischen Schwierigkeiten unterworfen; und die rechnende Astronomie, welche die Bewegungen der Himmelskörper, wie sie sich uns von unserm irdischen Standpunkte aus darstellen werden, numerisch vorher bestimmt, ist allein um Bewegung und Masse, wenig aber um die Volume bekümmert.

Der absolute Abstand eines Mondes von seinem Hauptplaneten ist am größten in dem äußersten oder siebenten Saturnstrabanten. Seine Entfernung vom Saturn beträgt über eine halbe Million geographischer Meilen, zehnmal so viel, als die Entfernung unseres Mondes von der Erde. Bei dem Jupiter ist der Abstand des äußersten (vierten) Trabanten nur 260000 Meilen; bei dem Uranus aber, falls der sechste Trabant wirklich vorhanden ist, erreicht er 340000 Meilen. Vergleicht man in jedem dieser untergeordneten Systeme das Volum des Hauptplaneten mit der Entfernung der äußersten Bahn, in welcher sich ein Mond gebildet hat, so erscheinen ganz andere numerische Verhältnisse. In Halbmessern des Hauptplaneten ausgedrückt, sind die Distanzen der letzten Trabanten bei Uranus, Saturn und Jupiter wie 91, 64 und 27. Der äußerste Saturnstrabant erscheint dann nur um ein Geringes ($\frac{1}{15}$) vom Centrum des Saturn entfernter, als unser Mond

*) Wenn der Halbmesser des Mondes nach Barthelemy's Bestimmung 0,2725 und sein Volum $\frac{1}{1900}$ ist, so ergibt sich seine Dichtigkeit 0,5596, nahe $\frac{5}{9}$ Vergl. auch Wilh. Beer und S. Mädler, der Mond S. 2 und 10, wie Mädler, Astr. S. 157. Der körperliche Inhalt des Mondes ist nach Hansen nahe an $\frac{1}{64}$

(nach Mädler $\frac{1}{49.6}$) des körperlichen Inhalts der Erde. Seine Masse $\frac{1}{67.73}$ der Masse der Erde. Bei dem größten aller Jupiterstrabanten, dem dritten, sind die Verhältnisse zum Hauptplaneten im Volum $\frac{1}{19370}$; in der Masse $\frac{1}{11300}$. Ueber die Abplattung des Uranus s. Schum. Astron. Nachr. 1844 Nr. 493.

von der Erde. Der einem Hauptplaneten nächste Trabant ist zweifelsohne der erste oder innerste des Saturn, welcher dazu noch das einzige Beispiel eines Umlaufes von weniger als 24 Stunden darbietet. Seine Entfernung vom Centrum des Hauptplaneten beträgt, nach Mädler und Wilhelm Beer, in Halbmessern des Saturn ausgedrückt, 2,47; in Meilen 20022. Der Abstand von der Oberfläche des Hauptplaneten kann daher nur 11870, der Abstand von dem äußersten Rande des Ringes nur 1229 Meilen betragen. Ein Reisender versinnlicht sich gern einen so kleinen Raum, indem er an den Ausspruch eines kühnen Seemannes, Capitän Beechey erinnert, der erzählt, daß er in drei Jahren 18200 geographische Meilen zurückgelegt habe. Wenn man nicht die absoluten Entfernungen, sondern die Halbmesser der Hauptplaneten zum Maasse anwendet, so findet man, daß selbst der erste oder nächste Jupitersmond, welcher dem Centrum des Planeten 6500 Meilen ferner, als der Mond der Erde, liegt, von dem Centrum seines Hauptplaneten nur um 6 Jupitershalbmesser absteht, während der Erdmond volle 60½ Erdhalbmesser von uns entfernt ist.

In den untergeordneten Systemen der Trabanten oder Nebenplaneten spiegeln sich übergangs, ihrer Beziehung nach, zum Hauptplaneten und unter einander, alle Gravitations-Gesetze ab, welche in dem die Sonne umkreisenden Hauptplaneten walten. Die zwölf Monde des Saturn, Jupiter und der Erde bewegen sich alle, wie die Hauptplaneten, von Westen nach Osten, und in elliptischen Bahnen, die überaus wenig von Kreisbahnen abweichen. Nur der Erdmond und wahrscheinlich der erste und innerste Saturnstrabant (0,068) haben eine Excentricität, welche größer ist als die des Jupiter; bei dem von Bessel so genau beobachteten sechsten Saturnstrabanten (0,029) überwiegt sie die Excentricität der Erde. An der äußersten Grenze des Planetensystems, wo die Centralkraft der Sonne in 19 Erdweiten schon beträchtlich gemindert ist, zeigt das freilich noch wenig ergründete System der Uranusmonde die auffallendsten Contraste. Statt daß alle anderen Monde, wie die Planetenbahnen, wenig gegen die Ecliptic geneigt sind, und sich, die Saturnsringe (gleichsam verschmolzene oder ungetheilte Trabanten) nicht abgerechnet, von Westen nach Osten bewegen, so stehen die Uranusmonde fast senkrecht auf der Ecliptic, bewegen sich aber wie Sir John Herschel durch vieljährige Beobachtungen bestätigt hat, rückläufig von Osten nach Westen. Wenn Haupt- und Nebenplaneten sich durch Zusammenziehung der alten Sonnen- und Planeten-Atmosphären aus rotirenden Dunstringen gebildet haben, so muß in den Dunstringen, wie um den Uranus kreisten, es sonderbare, uns unbekannte Verhältnisse der Retardation oder des Gegenstoßes gegeben haben, um genetisch eine solche der Rotation des Centralkörpers entgegengesetzte Richtung der Umlaufbewegung in dem zweiten und vierten Uranustrabanten hervorzurufen.

Bei allen Nebenplaneten ist höchst wahrscheinlich die Rotationsperiode der Periode des Umlaufs um den Hauptplaneten gleich, so daß sie alle immerdar dem letzteren dieselbe Seite zuwenden. Ungleichheiten als Folge kleiner Veränderungen im Umlaufe verursachen indeß *Schwankungen* von 6 bis 8 Grad (eine scheinbare Libration) sowohl in Länge als in Breite. So sehen wir z. B. nach und nach vom Erdmonde mehr als die Hälfte seiner Oberfläche, bald etwas mehr vom östlichen und nördlichen, bald etwas mehr vom westlichen oder südlichen Mondrande. Durch die Libration *) werden uns sichtbar das Ringgebirge Malapert, welches bisweilen den Südpol des Mondes bedeckt, die arctische Landschaft um den Kraterberg Gioja, die große graue Ebene nahe dem Endymion, welche in Flächeninhalt das Mare Vaporum übertrifft. Ueberhaupt bleiben $\frac{1}{4}$ der Oberfläche gänzlich, und, wenn nicht neue, unerwartet störende Mächte eindringen, auf immer unseren Blicken entzogen. Diese kosmischen Verhältnisse mahnen unwillkürlich an fast gleiche in der intellectuellen Welt, an die Ergebnisse des Denkens, wo in dem Gebiete der

*) Beer und Mähler a. a. O. *z.* 185 S. 208, und *z.* 347 S. 332. Dieselben Verf., *Phys. Kenntniss* der himml. Körper S. 4 und 69. Tab. I.

tiefen Forschung über die dunkle Werkstätte der Natur und die schaffende Urkraft es ebenfalls abgewandte, unerreichbar scheinende Regionen giebt, von denen sich seit Jahrtausenden dem Menschengeschlechte von Zeit zu Zeit, bald in wahren, bald in trügerischem Lichte erglühend, ein schmaler Saum gezeigt hat.

Wir haben bisher betrachtet, als Producte Einer Wurfkraft und durch enge Bande der gegenseitigen Anziehung an einander gefesselt, die Hauptplaneten, ihre Trabanten und die Gewölbsformen concentrischer Ringe, die wenigstens einem der äußersten Planeten zugehören. Es bleibt uns noch übrig, unter den um die Sonne in eigenen Bahnen kreisenden und von ihr erleuchteten Weltkörpern die ungezählte Schaar der Cometen zu nennen. Wenn man eine gleichmäßige Verteilung ihrer Bahnen, die Grenze ihrer Perihelien (Sonnennähen), und die Möglichkeit ihres Unsichtbarbleibens für die Erdbewohner nach den Regeln der Wahrscheinlichkeits-Rechnung abwägt, so findet man eine Zahl von Myriaden, über welche die Einbildungskraft erstaunt. Schon Kepler sagt mit der ihm eigenen Lebendigkeit des Ausdrucks: es gebe in den Welträumen mehr Cometen als Fische in den Tiefen des Oceans. Indes sind der berechneten Bahnen kaum noch 150, wenn die Zahl der Cometen, über deren Erscheinung und Lauf durch bekannte Sternbilder man mehr oder minder rohe Andeutungen hat, auf sechs- oder siebenhundert geschätzt werden kann. Während die sogenannten classischen Völker des Occidents, Griechen und Römer, wohl hiezu den Ort angeben, wo ein Comet zuerst am Himmel gesehen ward, nie etwas über seine scheinbare Bahn, so bietet die reiche Literatur der naturbeobachtenden, alles aufzeichnenden Chinesen umständliche Notizen über die Sternbilder dar, welche jeglicher Comet durchlief. Solche Notizen reichen bis mehr denn fünf Jahrhunderte vor der christlichen Zeitrechnung hinauf, und viele derselben werden noch heute*) von den Astronomen benutzt.

Von allen planetarischen Weltkörpern erfüllen die Cometen, bei der kleinsten Masse (nach einzelnen bisherigen Erfahrungen wahrscheinlich weit unter $\frac{1}{1000}$ der Erdmasse), mit ihren oft viele Millionen Meilen langen und weit ausgebreiteten Schweifen den größten Raum. Der lichtreflectirende Dunstkegel, den sie ausstrahlen, ist hiezu (1680 und 1811) so lang gefunden worden, als die Entfernung der Erde von der Sonne, eine Linie, welche zwei Planetenbahnen, die der Venus und des Merkur, schneidet. Es ist selbst wahrscheinlich, daß in den Jahren 1819 und 1823 unsre Atmosphäre mit dem Dunste der Cometschwefle gemischt war.

Die Cometen selbst zeigen so mannigfaltige Gestalten, oft mehr dem Individuum als der Art angehörig, daß die Beschreibung einer dieser reisenden Lichtwolken (so nannten sie schon Xenophanes und Theon von Alexandrien, der Zeitgenosse des Pappus) nur mit Vorsicht auf eine andere angewendet werden kann. Die schwächsten telescopischen Cometen sind meist ohne sichtbaren Schweif, und gleichen den Herschel'schen Nebelsternen. Sie bilden runde, matt schimmernde Nebel, mit concentrirtem Lichte gegen die Mitte. Das ist der einfachste Typus, aber darum eben so wenig ein rudimentärer Typus, als der eines durch Verdampfung erschöpften, alternden Weltkörpers. In den größeren Cometen unterscheidet man den Kopf oder sogenannten Kern, und einen einfachen oder vielschigen Schweif, den die chinesischen Astronomen sehr charakteristisch den Besen (sui) nennen. Der Kern hat der Regel nach keine bestimmte Begrenzung, ob er gleich in seltenen Fällen wie ein Stern erster und zweiter Größe, ja bei den großen Cometen von 1402, 1532, 1577, 1744

*) Die vier ältesten Cometen, deren Bahn hat berechnet werden können, und zwar nach chinesischen Beobachtungen, sind die von 240 (unter Gordian III.), 539 (unter Justinian), 565 und 837. Während daß dieser letzte Comet, der nach Du Séjour 24 Stunden lang weniger als 500,000 Meilen von der Erde entfernt war, Ludwig den Frommen dergestalt erschreckte, daß er durch Stiftung von Klöstern einer drohenden Gefahr zu entgehen hoffte; verfolgten die chinesischen Astronomen ganz wissenschaftlich die Bahn des Gestirns, dessen 60° langer Schweif bald einfach, bald getheilt erschien. Der erste Comet, welcher nach europäischen Beobachtungen allein hat berechnet werden können, ist der von 1156 (der Galley'sche in der Erscheinung, welche man lange, aber mit Unrecht, für die erste, sicher bestimmte gehalten hat.) Vrago im Annuaire 1836 p. 204. Laugier in den Comptes rendus des Séances de l'Acad. 1843 T. XVI. p. 1006.

und 1843 selbst am Tage bei hellem Sonnenschein*), ist leuchtend gesehen worden. Dieser letztere Umstand zeugt demnach bei einzelnen Individuen für eine dichtere, intensiver Lichtreflexion fähige Masse. Auch erschienen in Herschels großen Telescopen nur zwei Cometen, der in Sicilien entdeckte von 1807 wie der schöne von 1811, als wohl begrenzte Scheiben†), die eine unter einem Winkel von $1''$, die andere von $0'',77$, woraus sich der wirkliche Durchmesser von 134 und 107 Meilen ergeben würde. Die minder bestimmt umgrenzten Kerne der Cometen von 1798 und 1805 gaben gar nur 6 bis 7 Meilen Durchmesser. Bei mehreren genau untersuchten Cometen, besonders bei dem eben genannten und so lange gesehenen von 1811, war der Kern und die neblige Hülle, welche ihn umgab, durch einen dunkleren Raum vom Schweife gänzlich getrennt. Die Intensität des Lichtes im Kerne der Cometen ist nicht gleichmäßig bis in das Centrum zunehmend; stark leuchtende Zonen sind mehrfach durch concentrische Nebelhüllen getrennt. Die Schweife haben sich gezeigt bald einfach, bald doppelt, doch selten, und (1807 und 1843) von sehr verschiedener Länge der beiden Zweige; einmal sechsfach, 1744 (bei 60° Oeffnung); gerade oder gekrümmt, sei es zu beiden Seiten, nach außen (1811), oder conver gegen die Seite hin (1618), wohin der Comet sich bewegt; auch wohl gar flammenartig geschwungen. Sie sind, wie (nach Eduard Biot) die chinesischen Astronomen schon im Jahr 837 bemerkten, in Europa aber Braccastoro und Peter Apian erst im sechzehnten Jahrhunderte auf eine bestimmtere Weise verkündigten, stets von der Sonne vergestalt abgewandt, daß die verlängerte Achse durch das Centrum der Sonne geht. Man kann die Ausströmungen als conoidische Hüllen von dickerer oder dünnerer Wandung betrachten, eine Ansicht, durch welche sehr auffallende optische Erscheinungen mit Leichtigkeit erklärt werden.

Die einzelnen Cometen sind aber nicht bloß ihrer Form nach so charakteristisch verschieden (ohne allen sichtbaren Schweif, oder mit einem von 104° Länge, wie im dritten des Jahres 1618); wir sehen sie auch in schnell auf einander folgenden, veränderlichen Gestaltungsprocessen begriffen. Dieser Formenwechsel ist am genauesten und vortrefflichsten an dem Cometen von 1744 von Heinsius in Petersburg, und an dem Halley'schen Cometen bei seiner letzten Wiedererscheinung im Jahre 1835 von Bessel in Königsberg beschrieben worden. An dem der Sonne zugekehrten vorderen Theile des Kerns wurde eine mehr oder minder büschelförmige Ausströmung sichtbar. Die rückwärts gekrümmten Strahlen bildeten einen Theil des Schweifes. „Der Kern des Halley'schen Cometen und seine Ausströmungen gewährten das Ansehen einer brennenden Rakete, deren Schweif durch Zugwind seitwärts abgelenkt wird.“ Die vom Kopf ausgehenden Strahlen haben wir, Arago und ich, auf der Pariser Sternwarte in auf einander folgenden Nächten sehr verschiedenartig gestaltet‡) gesehen. Der große Königsberger Astronom schloß aus vielfältigen Messungen und theoretischen Betrachtungen: „daß der ausströmende Lichtkegel sich von der Richtung nach der Sonne sowohl rechts als links beträchtlich entfernte, immer aber wieder zu dieser Richtung zurückkehrte, um auf die andere Seite derselben überzugehen; daß der ausströmende Lichtkegel daher, so wie der Körper des Cometen selbst, der ihn ausstößt und erzeugt, eine drehende oder vielmehr eine schwingende Bewegung in der Ebene der Bahn erlitt.“ Er findet, „daß die gewöhnliche Anziehungskraft der Sonne, die sie auf schwere

*) Arago im Ann. 1832 p. 209—211. Sowie bei hellem Sonnenschein der Schweif des Cometen von 1402 gesehen wurde, so sind auch vom letzten großen Cometen von 1843 Kern und Schweif am 28. Februar in Nordamerika (laut J. G. Clarke zu Portland im Staat Maine) zwischen 1 und 3 Uhr Nachmittags sichtbar gewesen. Man konnte Abstände des sehr dichten Kerns vom Sonnenrande mit vieler Genauigkeit messen. Kern und Schweif erschienen wie ein sehr reines, weißes Gewölk; nur zwischen dem Schweif und dem Kern war eine dunklere Stelle. Amer. Journ. of Science Vol. XLV. No. 1, p. 229. (Schum. Astr. Nachr. 1843 Nr. 491 S. 175.)

†) Philos. Transact. for 1808 P. II. p. 155, und for 1812 P. I. p. 118. Die von Herschel gefundenen Durchmesser der Kerne waren 538 und 428 engl. Meilen. Für die Dimension der Cometen von 1798 und 1805 f. Arago im Annuaire pour 1832 p. 203.

‡) Arago, des changemens physiques de la Comète de Halley du 15—23 Oct. 1835 im Ann. 1836 p. 218—221. Die gewöhnlichere Richtung der Ausströmungen war auch zu Nero's Zeiten bemerkt worden. Comae radios solis offugiunt; Seneca Nat. Quaest. VII, 20.

Körper ausübt, zur Erklärung solcher Schwingungen nicht hinreichend, und ist der Ansicht, daß dieselben eine Polarität offenbaren, welche Einen Halbmesser des Cometen der Sonne zuwendet, den entgegengesetzten von ihr abzuwenden strebt. Die magnetische Polarität, welche die Erde besitze, biete etwas analoges dar; und sollten sich die Gegensätze dieser tellurischen Polarität auf die Sonne beziehen, so könne sich ein Einfluß davon in der Vorrückung der Nachtgleichen zeigen.“ Es ist hier nicht der Ort, die Gründe näher zu entwickeln, auf welche Erklärungen gestützt worden sind, die den Erscheinungen entsprechen; aber so denkwürdige Beobachtungen*), so großartige Ansichten über die wunderbarste Classe aller Weltkörper, die zu unserm Sonnensystem gehören, durften in diesem Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes nicht übergangen werden.

Obachtet der Regel nach die Cometenungsweise in der Sonnennähe an Größe und Glanz zunehmen und von dem Centrkörper abgewendet liegen, so hat doch der Comet von 1823 das denkwürdige Beispiel von zwei Schweifen gegeben, deren einer der Sonne zu-, der andere von ihr abgewandt war, und die unter einander einen Winkel von 160° bildeten. Eigene Modificationen der Polarität und die ungleichzeitige Vertheilung und Leitung derselben können in diesem seltenen Falle zweierlei, ungehindert fortgesetzte Ausströmungen der nebligen Materie verursacht haben.†)

In der Naturphilosophie des Aristoteles wird durch solche Ausströmungen die Erscheinung der Cometen mit der Existenz der Milchstraße in eine sonderbare Verbindung gebracht. Die zahllose Menge von Sternen, welche die Milchstraße bilden, geben eine sich selbst entzündende (leuchtende) Masse her. Der Nebelstreif, der das Himmelsgewölbe theilt, wird daher von dem Stagiriten wie ein großer Comet betrachtet, der sich unaufhörlich von neuem ‡) erzeugt.

Bedeckungen der Fixsterne von dem sogenannten Kern eines Cometen oder seinen nächsten dunstförmigen Hüllen können Licht über die physische Beschaffenheit dieser wunderbaren Weltkörper verbreiten; aber es fehlt an Beobachtungen, welche die sichere Ueberzeugung §) gewähren, daß die Bedeckung vollkommen central gewesen sei; denn, wie wir bereits oben bemerkt, in dem Kerne nahe liegenden Theile der Hülle wechseln concentrische Schalen von dichtem und undichtem Dunste. Dagegen ist es keinem Zweifel unterworfen,

*) Bessel in Schum. Astr. Nachr. 1836 No. 300 — 302. S. 188, 192, 197, 200, 202 und 230. Derselbe in Schum. Jahrb. 1837 S. 149—168. William Herschel glaubt auch in seinen Beobachtungen des schönen Cometen von 1811 Beweise der Rotation des Kerns und Schweifes (Philos. Transact. for 1812 P. I. p. 140) gefunden zu haben, ebenfalls Dunlop im dritten Cometen von 1825 zu Paramatta.

†) Bessel in Astr. Nachr. 1836 Nr. 302. S. 231. Schum. Jahrb. 1837 S. 175. Vergl. auch Lehmann über Cometenweise in Bode's Astron. Jahrb. für 1826 S. 168.

‡) Aristot. Meteor. I. 8, 11—14 und 19—21 (ed. Zeller T. I. p. 32—34). Diese, Phil. des Aristoteles Bd. II. S. 86. Bei dem Einflusse, den Aristoteles auf das ganze Mittelalter ausgeübt hat, ist es unendlich zu bedauern, daß er den großen und der Wahrheit mehr genäherten Ansichten vom Weltbau, welche die älteren Pythagoreer hatten, so abhold war. Er erklärt die Cometen für vergängliche, unserer Atmosphäre zugehörige Meteorre in demselben Buche, in welchem er die Meinung der Pythagoreischen Schule anführt (Aristot. I. 6, 2), nach der die Cometen Planeten von langem Umlauf sind. Diese Lehre der Pythagoreer, welche nach dem Zeugniß des Apollonius Rhodius noch viel älter bei den Chaldäern war, ging zu den immer nur wiederholenden Römern über. Der Wundier beschreibt die Bahn der Cometen als eine weit in die oberen Himmelsräume abführende. Daher Seneca (Nat. Quaest. VII, 17): Cometes non est species falsa, sed proprium sidus

sicut solis et lunae: altiora mundi secant et tunc demum apparet, quum in immum cursum sui venit; und (VII, 27): Cometas aeternus esse et sortis ejusdem, cujus caetera (sidera), etiamsi faciem illis non habent similem. Plinius (II. 25) spielt ebenfalls auf den Apollonius Rhodius an, wenn er sagt: Sunt, qui et haec sidera perpetua esse erant suoque ambitu ire, sed non nisi relicta a sole cerni.

§) Dlibers in den Astr. Nachr. 1828 S. 157 und 184. Arago de la constitution physique des comètes im Annuaire de 1832 p. 203—208. Schon den Alten war es auffallend, daß man durch die Cometen wie durch eine Flamme sehen kann. Das älteste Zeugniß von den durch Cometen gesehenen Sternen ist das des Democritus (Aristot. Meteor. I. 6, 11). Diese Angabe führt Aristoteles zu der nicht unwichtigen Bemerkung, daß er selbst die Bedeckung eines der Sterne der Zwillinge durch Jupiter beobachtete. Seneca erwähnt bestimmt nur der Durchsichtigkeit des Schweifes. „Man sieht,“ sagt er, „Sterne durch den Cometen, wie durch ein Gemölk (Nat. Quaest. VII, 18); man sieht aber nicht durch den Körper selbst des Cometen, sondern durch die Strahlen des Schweifes: non in ea parte, qua sidus ipsum est spissi et solidi ignis, sed qua rarus splendor occurrit et in orines dispergitur. Per intervalla ignium, non per ipsos, vides“ (VII, 26). Der letzte Satzung ist überflüssig, da man allerdings, wie schon Galilei im Saggiatore (Lettera a Monsignor Cesarini 1619) untersuchte, durch eine Flamme sieht, wenn sie nicht eine zu große Dichte hat.

daß am 29. September 1835, nach Bessel's sorgfältigsten Messungen, das Licht eines Sternes zehnter Größe, der in 7"78 Entfernung von dem Mittelpunkt des Kopfes des Halley'schen Cometen durch einen sehr dichten Nebel durchging, während dieses Durchganges durch alle Theile des Nebels nicht von seiner geradlinigen Bewegung*) abgelenkt wurde. Ein solcher Mangel von strahlenbrechender Kraft, wenn er wirklich dem Centrum des Kernes zukommt, macht es schwer, den Cometenstoff für eine gasförmige Flüssigkeit zu halten. Ist derselbe alleinige Folge der fast unendlichen Dünnigkeit einer Flüssigkeit? oder besteht der Comet „aus getrennten Theilchen,“ ein kosmisches Gewölke bildend, das den durchgehenden Lichtstrahl nicht mehr afficirt, als die Wolken unsrer Atmosphäre, welche ebenfalls nicht die Zenithdistanzen der Gestirne oder der Sonnenränder verändern? Bei dem Vorübergange der Cometen vor einem Sterne ist oft eine mehr oder minder beträchtliche Schwächung ihres Lichts bemerkt worden. Man schreibt sie mit vielem Rechte dem hellen Grunde zu, von dem während der Bedeckung die Sterne sich abzuheben scheinen.

Die wichtigste und entscheidendste Beobachtung, welche über die Natur des Cometenlichtes gemacht worden, verdanken wir Arago's Polarisations-Versuchen. Sein Polariscop belehrt uns über die physische Constitution der Sonne, wie über die der Cometen; das Instrument deutet an, ob ein Lichtstrahl, der aus einer Entfernung von vielen Millionen Meilen zu uns gelangt, directes oder reflectirtes Licht ist, ob im ersten Falle die Lichtquelle ein fester und tropfbar flüssiger oder ein gasförmiger Körper ist. Es wurden auf der Pariser Sternwarte auf demselben Apparat das der Capella und das Licht des großen Cometen von 1819 untersucht. Das letztere zeigte polarisirtes, also zurückgeworfenes Licht, während der Fixstern sich, wie zu vermuthen stand, als eine selbstleuchtende Sonne†) erwies. Das Dasein des polarisirten Cometenlichtes verkündigte sich aber nicht bloß durch Ungleichheit der Bilder; es wurde bei der Wiedererscheinung des Halley'schen Cometen im Jahr 1835 noch sicherer durch den auffallenderen Contrast der Complementärfarben, nach der von Arago im Jahr 1811 entdeckten chromatischen Polarisation, begründet. Ob außer diesem reflectirten Sonnenlichte die Cometen nicht auch eigenes Licht haben, bleibt durch jene schönen Versuche noch unentschieden. Auch in eigentlichen Planeten, der Venus z. B., ist eine selbstständige Lichtentwicklung sehr wahrscheinlich.

Die veränderliche Lichtstärke der Cometen ist nicht immer aus der Stellung in ihrer Bahn und aus ihrer Entfernung von der Sonne zu erklären. Sie deutet gewiß bei einzelnen Individuen auf innere Prozesse der Verdichtung und erhöhten oder geminderten Reflexionsfähigkeit des erborgten Lichtes. Bei dem Cometen von 1618, wie bei dem von dreißährigem Umlauf haben Hevelius und, nach langer Nichtbeachtung des merkwürdigen Phänomens, der talentvolle Astronom Valz in Nismes den Kern in der Sonnennähe verkleinert, in der Sonnenferne vergrößert gefunden. Die Regelmäßigkeit der Veränderung des Volums nach Maassgabe des Abstandes von der Sonne ist überaus auffallend. Die physische Erklärung der Erscheinung darf wohl nicht in den bei größerer Sonnennähe condensirteren

*) Bessel in den Astron. Nachr. 1836 Nr. 301. S. 204—206. Struve im Recueil des Mém. de l'Acad. de St. Pé. 1836 p. 140—143, und Astr. Nachr. 1836 Nr. 303. S. 238. „Für Dorpat stand der Stern in der Conjunction nur 2"2 vom hellsten Punkt des Cometen ab. Der Stern blieb unausgeleitet sichtbar, und ward nicht merklich geschwächt, während der Kern des Cometen vor dem Glanze des kleinern Sterns (9—10ter Größe) zu verschwinden schien.“

†) Die ersten Versuche Arago's, die Polarisation auf den Cometen anzuwenden, geschahen am 3. Julius 1819, am Abend der plötzlichen Erscheinung des großen Cometen. Ich war auf der Sternwarte zugegen, und habe mich, wie Mathieu und der jetzt verstorbene Astronom Bouvard, von der Ungleichartigkeit der Lichtstärke im Polariscop, wenn dasselbe Cometen-Licht empfing, überzeugt. Bei der Capella, welche dem Cometen nahe

und in gleicher Höhe stand, waren die Bilder von gleicher Intensität. Als der Halley'sche Comet erschien, im Jahr 1835, wurde der Apparat so abgeändert, daß er nach der von Arago entdeckten chromatischen Polarisation zwei Bilder von Complementär-Farben (grün und roth) gab. Annales de Chimie T. XIII. p. 108. Annuaire 1832 p. 216. „On doit conclure,“ sagt Arago, „de l'ensemble de ces observations que la lumière de la comète n'était pas en totalité composée de rayons doués des propriétés de la lumière directe, propre ou assimilée: il s'y trouvait de la lumière réfléchie spéculairement ou polarisée, c'est-à-dire venant du soleil. On ne peut assurer d'une manière absolue que les comètes brillent seulement d'un éclat d'emprunt. En effet en devenant lumineux par eux-mêmes, les corps ne perdent pas pour cela la faculté de réfléchir des lumières étrangères.“

Schichten des Weltäthers gesucht werden, da es schwierig ist, sich die Dunsthülle des Cometenferns blasenartig, dem Weltäther undurchdringlich vorzustellen *).

Die so verschiedenartige Excentricität der elliptischen Cometenbahnen hat in neueren Zeiten (1819) zu einer glänzenden Bereicherung unserer Kenntniß des Sonnensystems geleitet. Encke hat die Existenz eines Cometen von so kurzer Umlaufzeit entdeckt, daß er ganz innerhalb unserer Planetenbahnen bleibt, ja seine größte Sonnenferne schon zwischen der Bahn der kleinen Planeten und der Jupitersbahn erreicht. Seine Excentricität ist demnach 0,845, wenn die der Juno (der größten Excentricität unter allen Planetenbahnen) 0,255 ist. Encke's Comet ist mehrmals, wenn gleich schwierig (in Europa 1819, in Holland nach Rümker 1822) dem bloßen Auge sichtbar geworden. Seine Umlaufzeit ist ungefähr von 3½ Jahren, aber aus der sorgfältigen Vergleichung der Wiederkehr zum Perihel hat sich die merkwürdige Thatsache ergeben, daß die Umläufe von 1786 bis 1838 sich auf die regelmäßige Weise von Umlauf zu Umlauf verkürzt haben, nämlich in einem Zeitraum von 52 Jahren um $1\frac{1}{10}$ Tage. Eine so merkwürdige Erscheinung hat, um nach der sorgfältigsten Beachtung aller planetarischen Störungen Beobachtung und Rechnung in Einklang zu bringen, zu der sehr wahrscheinlichen Annahme einer in den Welträumen verbreiteten, Widerstand leistenden, dunstförmigen Materie geleitet. Die Tangentialkraft wird vermindert, und mit ihr die große Ape der Cometenbahn. Der Werth der Constante des Widerstandes scheint dazu etwas verschieden vor und nach dem Durchgang durch das Perihel, was vielleicht der in der Sonnennähe veränderten Form des kleinen Nebelsternes und der Einwirkung der ungleich dichten Schichten des Weltäthers zuzuschreiben ist †). Diese Thatsachen und ihre Ergründung gehören zu den interessantesten Ergebnissen der neueren Sternkunde. Wenn außerdem der Comet von Encke früher den Anstoß gegeben hat, die für alle Störungsrechnungen so wichtige Masse Jupiters einer schärferen Prüfung zu unterwerfen, so hat uns auch sein Lauf später die erste, wiewohl nur genäherte Bestimmung einer verminderten Merkursmasse verschafft.

Zu dem ersten Cometen von kurzer Umlaufzeit, Encke's Cometen von 3½ Jahren, hat sich bald, 1826, ein zweiter, ebenfalls planetarischer, gesellt, dessen Sonnenferne jenseits Jupiters, doch weit dießseits der Saturnbahn liegt. Biela's Comet hat eine Umlaufzeit von 6½ Jahren. Er ist noch lichtschwächer als der von Encke, und rechtläufig in seiner Bewegung, wie dieser, während der Halley'sche Comet der Richtung aller eigentlichen Planeten entgegen freiset. Er hat das erste sichere Beispiel eines unsere Erdbahn schneidenden Cometen dargeboten. Die Bahn des Biela'schen Cometen ist daher eine Bahn, die Gefahr bringen kann, wenn man jedes außerordentliche, in historischen Zeiten noch nicht erlebte und in seinen Folgen nicht mit Gewißheit zu bestimmende Naturphänomen gefahrbringend nennen soll. Kleine Massen, mit ungeheurer Geschwindigkeit begabt, können allerdings eine beträchtliche Kraft ausüben; aber wenn Laplace erweist, daß dem Cometen von 1770 eine Masse zuzuschreiben ist, die $\frac{1}{5000}$ der Masse der Erde noch nicht erreicht, so setzt er sogar im allgemeinen die mittlere Masse der Cometen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit tief unter $\frac{1}{100000}$ der Erdmasse (ungefähr $\frac{1}{1200}$ der Mondmasse) herab ‡). Man muß den Durchgang von Biela's Cometen durch unsere Erdbahn nicht mit seinem Zusammentreffen mit der Erde oder seiner Nähe zu derselben verwechseln. Als am 29. October 1832 der Durchgang erfolgte, brauchte die Erde noch einen vollen Monat, um an den Durchschnittpunkt beider Bahnen zu gelangen. Die zwei Cometen von kurzer Umlaufzeit schneiden sich auch unter einander in ihren Bahnen; und man hat mit Recht bemerkt ||), daß bei den vielen Störungen, welche so kleine Weltkörper von den Planeten

*) Arago im Ann. 1832 p. 217—220. Sir John Herschel, Astron. 2 488.

†) Encke in den Astr. Nachr. 1843 Nr. 489. S. 130—132.

‡) Laplace, Exp. du Syst. du Monde p. 216 und 237.

||) Littrow, Beschreibende Astr. 1835 S. 274. Ueber den neuerlichst von Herrn Faye auf der Pariser

erleiden, sie möglicherweise, wenn die Begegnung sich um die Mitte des Octobers ereignen sollte, dem Erdbewohner das wunderbare kosmische Schauspiel des Kampfes, d. h. einer wechselseitigen Durchbringung, oder einer Agglutination, oder einer Zerstörung durch erschöpfende Ausströmung gewähren könnten. Solcher Ereignisse, Folgen der Ablenkung durch störende Massen oder sich primitiv kreuzender Bahnen, mag es seit Millionen von Jahren in der Unermesslichkeit ätherischer Räume viele gegeben haben, — isolirte Begebenheiten, so wenig allgemein wirkend oder weltumgestaltend, als es in den engen irdischen Kreisen der Ausbruch oder Einsturz eines Vulkanes sind.

Ein dritter innerer Comet von kurzer Umlaufzeit ist der im vorigen Jahre (22. November 1843) auf der Pariser Sternwarte von Faye entdeckte. Seine elliptische Bahn kommt der kreisförmigen weit näher als die irgend eines bisher bekannten Cometen. Sie ist eingeschlossen zwischen den Bahnen von Mars und Saturn. Faye's Comet, der nach Goldschmidt noch über die Jupiterbahn hinausgeht, gehört also zu den sehr wenigen, deren Sonnennähe jenseits des Mars gefunden worden ist. Seine Umlaufzeit ist von $7^{20}/_{100}$ Jahren, und die Form seiner jetztigen Bahn verbannt er vielleicht seiner großen Annäherung an den Jupiter zu Ende des Jahres 1839.

Wenn wir die Cometen in ihren geschlossenen elliptischen Bahnen als Glieder unsres Sonnensystems nach der Länge der großen Ase, nach dem Maasse ihrer Excentricität und der Dauer ihres Umlaufs betrachten, so stehen wahrscheinlich den drei planetarischen Cometen von Ende, Biela und Faye in der Umlaufzeit am nächsten: der von Messier entdeckte Comet von 1766, den Clausen für identisch mit dem dritten Cometen von 1819 hält; und der vierte desselben Jahres, der, durch Blanpain entdeckt, aber von Clausen für identisch mit dem Cometen von 1743 gehalten, wie der Yarell'sche, große Veränderungen seiner Bahn durch Nähe und Anziehung des Jupiter erlitten hat. Diese zwei letztgenannten Cometen scheinen ebenfalls eine Umlaufzeit von nur 5 bis 6 Jahren zu haben, und ihre Sonnenfernen fallen in die Gegend der Jupiterbahn. Von 70- bis 76jährigem Umlaufe sind der für Theorie und physische Astronomie so wichtig gewordene Haller'sche Comet, dessen letzte Erscheinung (1835) weniger glänzend war, als man nach den früheren hätte vermuthen dürfen, der Comet von Olbers (6. März 1815) und der im Jahre 1812 von Pons entdeckte, dessen elliptische Bahn von Ende bestimmt ward. Beide letztere sind dem bloßen Auge unsichtbar geblieben. Von dem großen Halley'schen Cometen kennen wir nun schon mit Gewißheit die neunmalige Wiederkehr, da durch Laugier's Rechnungen*) neuerlich erwiesen worden ist, daß in der von Eduard Biot gelieferten chinesischen Cometen-Tafel die Bahn des Cometen von 1378 mit der des Halley'schen identisch ist. Die Umlaufzeit des letzteren hat von 1378 bis 1835 geschwankt zwischen 74,91 und 77,58 Jahren: das Mittel war 76,1.

Mit den eben genannten Weltkörpern contrastirt eine Schaar anderer Cometen, welche mehrere tausend Jahre zu ihrem nur schwer unsicher zu bestimmenden Umlauf brauchen. So bedarf der schöne Comet von 1811 nach Argelander 3065, der furchtbar große von 1680 nach Ende über 8800 Jahre. Diese Weltkörper entfernen sich also von der Sonne 21 und 44mal weiter als Uranus, d. i. 8400 und 17600 Millionen Meilen. In so ungeheurer Entfernung wirkt noch die Anziehungskraft der Sonne; aber freilich legt der Comet von 1680 in der Sonnennähe 53 Meilen (über zwölfmal hunderttausend Fuß), d. i. dreizehnmal mehr als die Erde, in der Sonnenferne kaum 10 Fuß in der Secunde zurück. Das ist nur dreimal mehr als die Geschwindigkeit des Wassers in unsern trügsten europäischen Flüssen; es ist die halbe Geschwindigkeit, welche ich in einem Arm des Drinoco, dem

Sternwarte entdeckten inneren Cometen, dessen Excentricität 0,551, perihelische Distanz 1,690 und aphelische Distanz 5,832 sind, i. Schum. Astron. Nachr. 1844 Nr. 495. (Ueber die vermuthete Identität des Cometen von 1766 mit dem dritten Cometen von 1819 s. Astr. Nachr.

1833 Nr. 239; über die Identität des Cometen von 1743 und des vierten Cometen von 1819 s. ebendas. Nr. 237.)

*) Laugier in den Comptes rendus des Séances de l'Acad. 1843 T. XVI. p. 1006.

Cassiquiare, gefunden habe. Unter der zahllosen Menge unberechneter oder nicht aufgefundenen Cometen giebt es höchst wahrscheinlich viele, deren große Bahn-Are die des Cometen von 1680 noch weit übertrifft. Um sich nun einigermaßen durch Zahlen einen Begriff zu machen, ich sage nicht von dem Attraktionskreise, sondern von der räumlichen Entfernung eines Fixsternes, einer andern Sonne, von dem Aphelium des Cometen von 1680 (des Weltkörpers unseres Systems, der sich nach unserer jetzigen Kenntniß am weitesten entfernt), muß hier erinnert werden, daß nach den neuesten Parallaxen-Bestimmungen der uns nächste Fixstern noch volle 250mal weiter von unserer Sonne absteht, als der Comet in seiner Sonnenferne. Diese beträgt nur 14 Uranusweiten, wenn α des Centauren 11000, und mit noch größerer Sicherheit, nach Bessel, 61 des Schwans 31000 Uranusweiten absteht.

Nach der Betrachtung der größten Entfernung der Cometen von dem Centralkörper bleibt uns übrig, die Beispiele der bisher gemessenen größten Nähe anzuführen. Den geringsten Abstand eines Cometen von der Erde hat der durch die Störungen, die er von Jupiter erlitten, so berühmt gewordene Perell-Burkardt'sche Comet von 1770 erreicht. Er stand am 28. Junius nur um sechs Mondfernen von der Erde ab. Derselbe Comet ist zweimal, 1767 und 1779, durch das System der vier Jupitersmonde gegangen, ohne die geringste merkbare Veränderung in ihrer, so wohl ergründeten Bahn hervorzubringen. Acht bis neunmal näher, als der Perell'sche Comet der Erde kam, ist aber der große Comet von 1680 in seinem Perihelium der Oberfläche der Sonne gekommen. Er stand am 17. December nur um den sechsten Theil des Sonnendurchmessers ab, d. i. $\frac{7}{10}$ einer Mond-Distanz. Perihelen, welche die Marsbahn überschreiten, sind wegen Lichtschwäche ferner Cometen für den Erdbewohner überaus selten zu beobachten, und von allen bisher berechneten Cometen ist der von 1729 der einzige, welcher in die Sonnennähe trat mitten zwischen der Pallas- und Jupitersbahn, ja bis jenseits der letzteren beobachtet werden konnte.

Seitdem wissenschaftliche Kenntnisse, einige gründliche neben vielen unklaren Halbkenntnissen in größere Kreise des geselligen Lebens eingebracht sind, haben die Besorgnisse vor den wenigstens möglichen Uebeln, mit denen die Cometen-Welt uns bedroht, an Gewicht zugenommen. Die Richtung dieser Besorgnisse ist eine bestimmtere geworden. Die Gewißheit, daß es innerhalb der bekannten Planetenbahnen wiederkehrende, unsere Regionen in kurzen Zeitabschnitten heimsuchende Cometen giebt; die beträchtlichen Störungen, welche Jupiter und Saturn in den Bahnen hervorbringen, wodurch unschädlich schelnende in Gefahr bringende Weltkörper verwandelt werden können; die unsere Erdbahn schneidende Bahn von Biela's Cometen; der kosmische Nebel, der als widerstrebendes, hemmendes Fludum alle Bahnen zu verengen strebt; die individuelle Verschiedenheit der Cometenkörper, welche beträchtliche Abstufungen in der Quantität der Masse des Kernes vermuthen läßt; ersetzt durch Mannigfaltigkeit der Motive reichlich, was die früheren Jahrhunderte in der vagen Furcht vor brennenden Schwerdtern, vor einem durch Haarksterne zu erregenden allgemeinen Weltbrande zusammenfaßten.

Da die Beruhigungsgründe, welche der Wahrscheinlichkeits-Rechnung entnommen werden, allein auf die denkende Betrachtung, auf den Verstand, nicht auf die dumpfe Stimmung der Gemüther und auf die Einbildungskraft wirken, so hat man der neueren Wissenschaft nicht ganz mit Unrecht vorgeworfen, daß sie Besorgnisse zu zerstören bemüht ist, die sie selbst erregt hat. Es liegt tief in der trüben Natur des Menschen, in einer ernsterfüllten Ansicht der Dinge, daß das Unerwartete, Außerordentliche nur Furcht, nicht Freude oder Hoffnung*) erregt. Die Wundergestalt eines großen Cometen, sein matter Nebelschimmer, sein plötzliches Auftreten am Himmelsgewölbe sind unter allen Erdzonen und

*) Fries, Vorlesungen über die Sternkunde 1833 Nat. Quaest. VII, 17 und 21; der Philosoph spricht
E. 262—267. Ein nicht glücklicher Beweis von der von dem Cometen, quem nos Neronis principatu laetissimo vidimus et qui cometis detraxit infamiam.

dem Volkssinne fast immer als eine neue, grauenvolle, der alten Verkettung des Bestehenden feindliche Macht erschienen. Da das Phänomen nur an eine kurze Dauer gebunden ist, so entsteht der Glaube, es müsse sich in den Weltbegebenheiten, den gleichzeitigen oder den nächstfolgenden, abspiegeln. Die Verkettung dieser Weltbegebenheiten bietet dann leicht etwas dar, was man als das verkündete Unheil betrachten kann. Nur in unserer Zeit hat sich feltamerweise eine andere und heitrrere Richtung des Volkssinnes offenbart. Es ist in deutschen Gauen, in den anmuthigen Thälern des Rheins und der Mosel einem jener lange geschmähten Weltkörper etwas Heilbringendes, ein wohlthätiger Einfluß auf das Gedeihen des Weinstocks, zugeschrieben worden. Entgegengesetzte Erfahrungen, an denen es in unserer cometenreichen Zeit nicht mangelt, haben den Glauben an jene meteorologische Mythe, an das Dasein wärmestrahrender Irsterne nicht erschüttern können.

Ich gehe von den Cometen zu einer andern, noch viel räthselhafteren Classe geballter Materie, zu den kleinsten aller Asteroiden über, die wir in ihrem fragmentarischen Zustande, und in unsrer Atmosphäre angelangt, mit dem Namen der *Aérolithen* oder *Meteorsteine* bezeichnen. Wenn ich bei diesen, wie bei den Cometen, länger verweile, und Einzelheiten aufzähle, die einem allgemeinen Naturgemälde fremd bleiben sollten, so ist dies nur mit Absicht geschehen. Der ganz individuellen Charakterverschiedenheit der Cometen ist schon früher gedacht worden. Nach dem Wenigen, was wir bis jezt von ihrer physischen Beschaffenheit wissen, ist es schwer, in einer Darstellung, wie sie hier gefordert wird, von wiederkehrenden, aber mit sehr ungleicher Genauigkeit beobachteten Erscheinungen das Gemeinsame aufzufassen, das Nothwendige von dem Zufälligen zu trennen. Nur die messende und rechnende Astronomie der Cometen hat bewundernswürdige Fortschritte gemacht. Bei diesem Zustande unsrer Kenntnisse muß eine wissenschaftliche Betrachtung sich auf die physiognomische Verschiedenheit der Gestalt in Kern und Schweif, auf die Beispiele großer Annäherung zu andern Weltkörpern, auf die Extreme in dem räumlichen Verhältniß der Bahnen und in der Dauer der Umlaufzeiten beschränken. Naturwahrheit ist bei diesen Erscheinungen wie bei den nächstfolgenden nur durch Schilderung des Einzelnen und durch den lebendigen, anschaulichen Ausdruck der Wirklichkeit zu erreichen.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine sind mit großer Wahrscheinlichkeit als kleine mit planetarischer Geschwindigkeit sich bewegende Massen zu betrachten, die im Weltraume nach den Gesetzen der allgemeinen Schwere in Kegelschnitten um die Sonne kreisen. Wenn diese Massen in ihrem Laufe der Erde begegnen und, von ihr angezogen, an den Grenzen unsrer Atmosphäre leuchtend werden, so lassen sie öfters mehr oder minder erhigte, mit einer schwarzen glänzenden Rinde überzogene steinartige Fragmente herabfallen. Bei aufmerksamer Zergliederung von dem, was in den Epochen, wo Sternschnuppenschwärme periodisch fielen (in Cumana 1799, in Nordamerika 1833 und 1834), beobachtet wurde, bleibt es nicht erlaubt, die Feuerkugeln von den Sternschnuppen zu trennen. Beide Phänomene sind oft nicht bloß gleichzeitig und gemischt, sie gehen auch in einander über: man möge die Größe der Scheiben, oder das Funkensprühen, oder die Geschwindigkeiten der Bewegung mit einander vergleichen. Während die plaudernden, Rauch ausstoßenden, selbst in der Tropenhelle des Tages*) alles erleuchtenden Feuerkugeln bis-

*) Einer meiner Freunde, der an genaue trigonometrische Messungen gewöhnt war, sah in Popayan, einer Stadt, die in 2° 26' nördlicher Breite und in 5520 Fuß Höhe über dem Meere liegt, in der Mittagsstunde, bei hellem Sonnenschein und wolkenlosem Himmel, im Jahr 1788, sein ganzes Zimmer durch eine Feuerkugel erleuchtet. Er stand mit dem Rücken gegen das Fenster, und als er sich umdrehte, war noch ein großer Theil der von der Feuerkugel durchlaufenen Bahn vom hellsten Glanze. Ich würde mich gern in dem Naturgemälde, statt des wüthigen Ausdrucks *Sternschnuppe*, der ebenfalls acht deutschen Wörter *Sternschuß* oder *Sternfall*,

(schwed. *stjernfall*, engl. *star-shoot*, ital. *stella cadente*) bedient haben, wenn ich es mir nicht in allen meinen Schriften zum Gesetz gemacht hätte, da, wo etwas Bestimmtes und allgemein Bekanntes zu bezeichnen ist, das Ungewöhnlichere zu vermeiden. Nach der rohen Volksphysik schneuzen und puzen sich die Himmelslichter. In der Waldgegend des Drinco, an den einsamen Ufern des Cassiquiare, vernahm ich aus dem Munde der Eingebornen in der Mission Basiva (Relation historique du Voy. aux Régions équinox. T. II. p. 513) noch unangenehmere Benennungen. Sternschnuppen wurden von ihnen *harn* der Sterne,

weisen den scheinbaren Durchmesser des Mondes übertreffen, sind dagegen auch Sternschnuppen in zahlloser Menge von solcher Kleinheit gesehen worden, daß sie in der Form fortschreitender Punkte sich nur wie phosphorische Linien*) sichtbar machten. Ob übrigens unter den vielen leuchtenden Körpern, die am Himmel als sternähnliche Funken fortstießen, nicht auch einige ganz verschiedenartiger Natur sind, bleibt bis jetzt unentschieden. Wenn ich gleich nach meiner Rückkunft aus der Aequinoctialzone von dem Eindruck befangen war, als sei mir unter den Tropen, in den heißesten Ebenen, wie auf Höhen von zwölf- oder fünfzehntausend Fuß der Fall der Sternschnuppen häufiger, farbiger und mehr von langen glänzenden Lichtbahnen begleitet erschienen, wie in der gemäßigten und kalten Zone, so lag der Grund dieses Eindruckes wohl nur in der herrlichen Durchsichtigkeit der Tropen-Atmosphäre selbst†). Man sieht dort tiefer in den Dunstkreis hinein. Auch Sir Alexander Burnes rühmt in Bokhara, als Folge der Reinheit des Himmels, „das entzückende, immer wiederkehrende Schauspiel der vielen farbigen Sternschnuppen.“

Der Zusammenhang der Meteorsteine mit dem größeren und glänzenderen Phänomen der Feuerkugeln, ja daß jene aus diesen niederfallen und bisweilen 10 bis 15 Fuß tief in die Erde eindringen, ist unter vielen anderen Beispielen durch die wohl beobachteten Aerolithenfälle zu Barbotoan im Departement des Landes (24. Juli 1790), zu Siena (16. Juni 1794), zu Weston in Connecticut (14. December 1807) und zu Juvenas im Ardèche-Departement (15. Juni 1821) erwiesen worden. Andere Erscheinungen der Steinfälle sind die, wo die Massen aus einem sich bei heiterem Himmel plötzlich bildenden kleinen sehr dunkeln Gewölke, unter einem Getöse, das einzelnen Kanonenschüssen gleicht, herabgeschleudert werden. Ganze Landesstrecken finden sich bisweilen durch ein solches fortziehendes Gewölke mit Tausenden Fragmenten, sehr ungleicher Größe, aber gleicher Beschaffen-

und der Bau, welcher perlartig die schönen Blätter der Heliconien bedeckt, Speichel der Sterne genannt. Erder und erfreulicher offenbart sich die symbolisierende Einbildungskraft in dem liturgischen Mythos von dem Wesen und der Bedeutung der Sternschnuppen. „Die Spinnerin, werpsoja, beginnt den Schicksalsfaden des neugeborenen Kindes am Himmel zu irinnen, und jeder dieser Fäden endet in einem Stern. Nacht nun der Tod des Menschen, so reißt sein Faden und der Stern fällt erbleichend zur Erde nieder.“ Jacob Grimm, Deutsche Mythologie 1843 S. 685.

*) Nach dem Berichte von Denison D'Amsted, Prof. an Yale College zu New-Haven (Connecticut). S. Poggenb., Annalen der Physik Bd. XXX. S. 194. Kepler, der „Feuerkugeln und Sternschnuppen aus der Astronomie verbannt, weil es nach ihm Meteore sind, die, aus den Ausdünstungen der Erde entstanden, sich dem hohen Weiber heimischen,“ drückt sich im Ganzen sehr vorsichtig über sie aus. *Stellae cadentes*, sagt er, sunt materia viscida inflammata. Earum aliquae inter cadendum absumuntur, aliquae verò in terram cadunt, pondere suo tractae. Nec est dissimile vero, quasdam conglobatas esse ex materia focculenta, in ipsam anram aetheream immixta; exque aetheris regione, tractu rectilineo, per aërem trajicere, cum minutos cometas, occultà causa motus utrumque. Kepler, Epit. Astron. Copernicanae T. I. p. 80.

†) Relation historique T. I. p. 80, 213 und 527. Denn man in den Sternschnuppen, wie in den Cometen, Kopf (Kern) und Schweif unterscheidet, so erkennt man an dem längeren und stärkeren Glanze des Schweifes die größere Durchsichtigkeit der Atmosphäre in der Tropenregion. Die Erscheinung braucht darum noch nicht häufiger zu sein, weil sie und leichter sichtbar wird und sichtbar bleibt. Die Einwirkung der Beschaffenheit des Dunstkreises zeigt sich bei Sternschnuppen bisweilen auch in unserer gemäßigten Zone in sehr kleinen Erscheinungen. Warimann berichtet, daß in einem November-Phänomen an zwei einander ganz nahe gelegenen Orten, zu Genf und zur Piancettes, der Unterschied

der gezählten Meteore wie 1 : 7 war (Warimann, Mém. sur les étoiles filantes p. 17). Der Schweif der Sternschnuppen, über den Brandes so viele genaue und seine Beobachtungen ange stellt hat, ist keinesweges der Fortdauer des Lichtreises auf der Hohlhaut zuzuschreiben. Seine Sichtbarkeit dauert bisweilen eine ganze Minute, in seltenen Fällen länger als das Licht des Kernes der Sternschnuppe; die leuchtende Bahn steht dann meist unteiweglich (Gilb. Ann. Bd. XIV, S. 251). Auch dieser Umstand bezeugt die Analogie zwischen großen Sternschnuppen und Feuerkugeln. Der Admiral Struven stern sah auf seiner Reise um die Welt den Schweif einer längst verschwundenen Feuerkugel eine Stunde lang leuchten und sich überaus wenig fortbewegen (Reise Ib. I. S. 58). Sir Alexander Burnes giebt eine reizende Beschreibung von der Durchsichtigkeit der trocknen, die Liebe zur Astronomie einst so begünstigenden Atmosphäre von Bokhara, das 1200 Fuß über der Meeresfläche und in 39° 43' Breite liegt: „There is a constant serenity in its atmosphere and an admirable clearness in the sky. At night, the stars have uncommon lustre, and the milky way shines gloriously in the firmament. There is also a neverceasing display of the most brilliant meteors, which dart like rockets in the sky: ten or twelve of them are sometimes seen in an hour, assuming every colour; fiery, red, blue, pale and faint. It is a noble country for astronomical science, and great must have been the advantage, enjoyed by the famed observatory of Samarkand.“ Burnes, Travels into Bokhara Vol. II. (1834) p. 158. Man darf einem einzelnen Reisenden nicht vorwerfen, daß er viel Sternschnuppen schon 10—12 in der Stunde nennt; erst durch sorgfältige auf denselben Gegenstand gerichtete Beobachtungen ist in Europa aufgefunden worden, daß man für den Gesichtskreis einer Person 8 Meteore als Mittelzahl der Stunde zu rechnen habe (Quefeler, Corresp. mathém. Nov. 1837 p. 447), während selbst der so fleißig beobachtende Olbers (Schum. Jahrb. 1838 S. 325) diese Annahme auf 5—6 beschränkte.

heit, bedeckt. In selteneren Fällen, wie vor wenigen Monaten bei dem großen Aërolithen, der unter donnerartigem Krachen (16. Sept. 1843) zu Kleinwenden, unweit Mühlhausen fiel, war der Himmel helle und es entstand kein Gewölk. Die nahe Verwandtschaft zwischen Feuerkugeln und Sternschnuppen zeigt sich auch dadurch, daß die ersten Meteorsteine zur Erde herabschleudernd, bisweilen (9. Juni 1822 zu Angers) kaum den Durchmesser der kleinen römischen Lichter in unseren Feuerwerken hatten.

Was die formbildende Kraft, was der physische und chemische Proceß in diesen Erscheinungen ist; ob die Theilchen, welche die dichte Masse des Meteorsteins bilden, ursprünglich, wie in dem Cometen, dunstförmig von einander entfernt liegen, und sich erst dann, wenn sie für uns zu leuchten beginnen, innerhalb der flammenden Feuerkugeln zusammenziehen; was in der schwarzen Wolke vorgeht, in der es minutenlang donnert, ehe die Steine herabstürzen; ob auch aus den kleinen Sternschnuppen wirklich etwas Compactes, oder nur ein höherauch-artiger, eisen- und nickelhaltiger Meteorstaub *) niederfällt: das alles ist bis jetzt in großes Dunkel gehüllt. Wir kennen das räumlich Gemessene, die ungeheure, wunderbare, ganz planetarische Geschwindigkeit der Sternschnuppen, der Feuerkugeln und der Meteorsteine; wir kennen das Allgemeine und in dieser Allgemeinheit Einförmige der Erscheinung, nicht den genetischen kosmischen Vorgang, die Folge der Umwandlungen. Kreisen die Meteorsteine schon geballt zu dichten †) Massen (doch minder dicht als die mittlere Dichtigkeit der Erde), so müssen sie im Innersten der Feuerkugeln, aus deren Höhe

*) Ueber Meteorstaub s. Arago im *Annuaire pour 1832*, p. 254. Ich habe ganz neuerlichst an einem anderen Orte (*Asie centrale* T. I. p. 408) zu zeigen gesucht, wie die scythische Sage vom heiligen Gold, das glühend vom Himmel fiel und der Besitz der goldenen Horde der Paralaten blieb (Herod. IV. 5—7), wahrscheinlich aus der dunkeln Erinnerung eines Aërolithenfalles entstanden ist. Die Alten fabelten auch (Dio Cassius LXXV, 1259) sonderbar von Silber, das vom Himmel fiel und mit dem man bronzene Münzen zu überziehen versuchte, unter dem Kaiser Severus; doch wurde das metallische Eisen in den Meteorsteinen (Plin. II, 56) erkannt. Der oft vorkommende Ausdruck *lapidibus pluit* darf übrigens nicht immer auf Aërolithenfälleedeutet werden. In Liv. XXV, 7 bezieht er sich wohl auf Auswürflinge (Wüststein, rapilli) des nicht ganz erloschenen Vulkans Mons Albanus, Monte Cavo; s. Heyne, *Opuscula acad.* T. III, p. 261 und meine *Relat. hist.* T. I. p. 394. In einen anderen Ideenkreis gehört der Kampf des Hercules gegen die Liger, auf dem Wege vom Kaukasus zu den Hyperbiden; es ist ein Versuch, den Ursprung der runden Quarzgeschiebe im ligyschen Steinfelde an der Mündung des Rhodanus, den Aristoteles einem Spalten-Auswurf bei einem Erdbeben, Posidonius einem wellenschlagenden Binnengewässer zuschreiben, mythisch zu erklären. In den Vesuvialischen Fragmenten des gelösten Prometheus geht aber alles wie in einem Aërolithenfälle vor: Jupiter zieht ein Gewölk zusammen und läßt „mit runder Steine Regenguß das Land umher bedecken.“ Schon Posidonius hat sich erlaubt, die gegossene Mythologie von Geschieben und Blöcken zu bepateln. Das ligysche Steinfeld ist übrigens bei den Alten naturgetreu beschrieben. Die Gegend heißt jetzt La Crau. S. Guérin, *Mesures barométriques dans les Alpes et Météorologie d'Avignon* 1829 chap. XII, p. 115.

†) Das spezifische Gewicht der Aërolithen schwankt zwischen 1,9 (Maia) und 4,3 (Labor). Die gewöhnliche Dichte ist 3, das Wasser zu 1 gesetzt. Was die in dem Lerte angegebenen wirklichen Durchmesser der Feuerkugeln betrifft, so beziehen sich die Zahlen auf die wenigen einigermaßen sicheren Messungen, welche man sammeln kann. Diese Messungen geben für die Feuerkugel von Weston (Connecticut 14. Dec. 1807) nur 500, für die von Le Roi beobachtete (10. Jul. 1771) etwa

1000, für die von Sir Charles Blagden geschätzte (18. Jan. 1783) an 2800 Fuß im Durchmesser. Brandes (*Unterhaltungen* Bb. I. S. 42) giebt den Sternschnuppen 80—120 Fuß mit leuchtenden Schweifen von 3—4 Meilen Länge. Es fehlt aber nicht an optischen Gründen, welche es wahrscheinlich machen, daß die scheinbaren Durchmesser der Feuerkugeln und Sternschnuppen sehr überschätzt worden sind. Mit dem Volum der Ceres (sollte man auch diesem Planeten nur „70 englische Meilen Durchmesser“ geben wollen) ist das Volum der Feuerkugeln wohl nicht zu vergleichen. S. die sonst immer so genaue und vortreffliche Schrift: *On the connexion of the Physical Sciences* 1835 p. 411. — Ich gebe hier zur Erläuterung dessen, was S. 57 über den großen, noch nicht wieder aufgefundenen Aërolithen im Flussbette bei Narni gesagt ist, die von Perz bekannt gemachte Stelle aus dem Chronicon Benedicti, monachi Sancti Andreae in Monte Soracte, einem Documente, das in das sechste Jahrhundert gehört und in der Bibliothek Chigi zu Rom aufbewahrt wird. Die barbarische Schreibart der Zeit bleibt unverändert. „Anno — 921 — temporibus domini Johannis Decimi pape, in anno pontificatus illius 7. vixit sunt signa. Nam iuxta urbem Romam lapides plurimi de coelo cadere visi sunt. In civitate quae vocatur Narnia tam dirac tetr, ut nihil aliud credatur, quam de infernalibus locis deducti essent. Nam ita ex illis lapidibus unus omnium maximus est, ut, decidens in flumen Narnus, ad mensuram unius cubiti super aquas fluminis usque hodie videretur. Nam et ignitae faculae de coelo plurimae omnibus in hac civitate Romani populi visae sunt, ita ut pene terra contingeret. Aliae cadentes etc.“ (Perz, *Monum. Germ. hist. Scriptores*. T. III. p. 715.) Ueber den Aërolithen bei Aigos Potami, dessen Fall die Parische Chronik in DI. 78,1 setzt (Böckh, *Corp. Inscr. graec.* T. II, p. 302, 320 und 340,) vergl. Aristot. *Meteor.* I. 7. Ideler, *Comm. T. I.* p. 404—407; Stob. *Ecl. phys.* I. 25 p. 508, Heeren; *Plut. Lys.* c. 12; *Diog. Laert.* II, 10. S. auch d. *Noten* S. 59 f., 65 f., 66 * u. f.) Nach einer mongolischen Volkssage soll nahe an den Quellen des gelben Flusses im westlichen China in einer Ebene ein 40 Fuß hohes schwarzes Felsstück vom Himmel gefallen sein. Abel-Remusat in *Améthérie*, *Journ. de Phys.* 1819 mai p. 264.

und scheinbarem Durchmesser man bei den größeren auf einen wirklichen Durchmesser von 500 bis 2600 Fuß schließen kann, nur einen sehr geringen, von entzündlichen Dämpfen oder Gasarten umhüllten Kern bilden. Die größten Meteor Massen, die wir bisher kennen, die brasilianische von Bahia und die von Stumpa im Chaco, welche Rubi de Celis beschrieben, haben 7 bis 7½ Fuß Länge. Der in dem ganzen Alterthum so berühmte, schon in der Parischen Marmor-Chronik bezeichnete Meteorstein von Megos Potamoi (gefallen fast in dem Geburtsjahre des Sokrates) wird sogar als von der Größe zweier Mühlsteine und dem Gewicht einer vollen Wagenlast beschrieben. Trotz der vergeblich angewandten Bemühungen des afrikanischen Reisenden Browne, habe ich nicht die Hoffnung aufgegeben, man werde einst diese, so schwer zerstörbare thracische Meteor Masse in einer den Europäern jetzt sehr zugänglichen Gegend (nach 2312 Jahren) wieder auffinden. Der im Anfang des 10ten Jahrhunderts in den Fluß bei Narni gesallene ungeheure Aërolith ragte, wie ein von Perb aufgefundenes Document bezeugt, eine volle Elle hoch über dem Wasser hervor. Auch ist zu bemerken, daß alle diese Massen alter und neuer Zeit doch eigentlich nur als Hauptfragmente von dem zu betrachten sind, was in der Feuerfugel oder in dem dunkeln Gewölk durch Explosion zertrümmert worden ist. Wenn man die mathematisch erwiesene ungeheure Geschwindigkeit erwägt, mit der die Meteorsteine von den äußersten Grenzen der Atmosphäre bis zur Erde gelangen, oder als Feuerfugeln auf längerem Wege durch die Atmosphäre und deren dichtere Schichten hinstreichen; so wird es mir mehr als unwahrscheinlich, daß erst in diesem kurzen Zeitraume die metallhaltige Steinmasse mit ihren eingesprenkten vollkommen ausgebildeten Krystallen von Olivin, Labrador und Pyroxen sollte aus dem dunstförmigen Zustande zu einem festen Kerne zusammengeronnen sein.

Was verabfällt, hat übrigens, selbst dann, wenn die innere Zusammensetzung chemisch noch verschieden ist, fast immer den eigenthümlichen Charakter eines Fragments, oft eine prismatoide oder verschobene Pyramidalform, mit breiten, etwas gebogenen Flächen und abgerundeten Ecken. Woher aber diese, von Schreibers zuerst erkannte Form eines abgeänderten Stückes in einem rotirenden planetarischen Körper? Auch hier, wie in der Sphäre des organischen Lebens, ist alles dunkel, was der Entwickelungsgeschichte angehört. Die Meteor Massen fangen an zu leuchten und sich zu entzünden in Höhen, die wir fast als luftleer betrachten müssen, oder die nicht $\frac{1}{100000}$ Sauerstoff enthalten. Biot's neue Untersuchungen über das wichtige Crepuscular-Phänomen*) erniedrigen sogar beträchtlich die Linie, welche man, vielleicht etwas gewagt, die Grenze der Atmosphäre zu nennen pflegt; aber Lichtproceßse können ohne Gegenwart des umgebenden Sauerstoffs vorgehen, und Poisson dachte sich die Entzündung der Aërolithen weit jenseits unseres luftförmigen Dunstkreises. Nur das, was der Berechnung und einer geometrischen Messung zu unterwerfen ist, führt uns bei den Meteorsteinen, wie bei den größeren Weltkörpern des Sonnensystems, auf einen festen und sicheren Boden. Obgleich Halley schon die große Feuerfugel von 1686, deren Bewegung der Bewegung der Erde in ihrer Bahn entgegengesetzt war†), für ein kosmisches Phänomen erklärte, so ist es doch erst Chladni gewesen, der in der größten Allgemeinheit (1794) den Zusammenhang zwischen den Feuerfugeln und den aus der Atmosphäre herabgefallenen Steinen, wie die Bewegung der er-

*) Biot, *Traité d'Astronomie physique* (3^{me} éd.) 1841 T. I. p. 149, 177, 238 und 312. Mein vereinigter Freund Poisson suchte die Schwierigkeit einer Annahme der Selbstentzündung der Meteorsteine in einer Höhe, wo die Dichtigkeit der Atmosphäre fast null ist, auf eine eigene Weise zu lösen. „A une distance de la terre où la densité de l'atmosphère est tout-à-fait insensible, il serait difficile d'attribuer, comme on le fait, l'incandescence des aërolithes à un frottement contre les molécules de l'air. Ne pourrait-on pas supposer que le fluide électrique à l'état neutre forme une sorte d'atmosphère, qui s'étend beaucoup

au-delà de la masse d'air; qui est soumise à l'attraction de la terre, quoique physiquement impondérable; et qui suit, en conséquence, notre globe dans ses mouvements? Dans cette hypothèse, les corps dont il s'agit, en entrant dans cette atmosphère impondérable, décomposeraient le fluid neutre, par leur action inégale sur les deux électricités, et ce serait en s'électrisant qu'ils s'échaufferaient et deviendraient incandescents.“ (Poisson, *Rech. sur la Probabilité des jugements* 1837 p. VI.)

†) Philos. Transact. Vol. XXIX. p. 161—163.

stern im Weltraume*), auf das scharfsinnigste erkannt hat. Eine glänzende Bestätigung der Ansicht des kosmischen Ursprungs solcher Erscheinungen hat Denison Olmsted zu Newhaven (Massachusetts) dadurch geliefert, daß er erwiesen, wie bei dem so berühmt gewordenen Sternschnuppenschwarme in der Nacht vom 12. zum 13. November 1833, nach dem Zeugniß aller Beobachter, die Feuerkugeln und Sternschnuppen insgesammt von einer und derselben Stelle am Himmelsgewölbe, nahe bei γ Leonis, ausgingen, und von diesem Ausgangspunkte nicht abweichen, obgleich der Stern während der langen Dauer der Beobachtung seine scheinbare Höhe und sein Azimuth veränderte. Eine solche Unabhängigkeit von der Rotation der Erde bewies, daß die leuchtenden Körper von außen, aus dem Weltraume, in unsre Atmosphäre gelangten. Nach Ende's Berechnung†) sämmtlicher Beobachtungen, die in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwischen den Breiten von 35° und 42° angestellt worden sind, kamen sie alle aus dem Punkte des Weltraums, auf welchen zu derselben Epoche die Bewegung der Erde gerichtet war. Auch in den wiederkehrenden Sternschnuppenschwärmen des November von 1834 und 1837 in Nordamerika, wie in dem analogen 1838 zu Bremen beobachteten, wurden der allgemeine Parallelismus der Bahnen und die Richtung der Meteore aus dem Sternbild des Löwen erkannt. Wie bei periodischen Sternschnuppen überhaupt eine mehr parallele Richtung als bei den gewöhnlichen sporadischen, so glaubt man auch in dem periodisch wiederkehrenden August-Phänomen (Strom des heil. Laurentius) bemerkt zu haben, daß die Meteore 1839 größtentheils von einem Punkte zwischen dem Perseus und dem Stier kamen; gegen das letztere Sternbild bewegte sich damals die Erde. Diese Eigenheit des Phänomens (der Richtung rückläufiger Bahnen im November und im August) verdient besonders durch künftige recht genaue Beobachtungen bekräftigt oder widerlegt zu werden.

Die Höhe der Sternschnuppen, d. h. des Anfangs und Endes ihrer Sichtbarkeit, ist überaus verschieden, und schwankt zwischen 4 und 35 Meilen. Dies wichtige Resultat und

*) Die erste Ausgabe von Chladni's wichtiger Schrift: Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderen Eisenmassen erwidert zwei Monate vor dem Steinregen in Siena und zwei Jahre früher als Lichtenberg's Behauptung im Göttinger Taschenbuche: „daß Steine aus dem allgemeinen Weltraume in unsere Atmosphäre gelangen.“ Vergl. auch Döber's Brief an Benzenberg vom 18. Nov. 1837 in des Letzteren Schrift von den Sternschnuppen S. 186.

†) Ende in Poggend. Annalen Bd. XXXIII. (1834) S. 213. Frage im Ann. pour 1836 p. 291. Zwei Briefe von mir an Benzenberg vom 19. Mai und 22. Oct. 1837 über das mittheilte Fortrücken der Knoten in der Bahn periodischer Sternschnuppenströme (Benzenberg, Sternschn. S. 207 und 209). Auch Döber's hat sich später dieser Meinung von der allmählichen Verspätung des November-Phänomens angeschlossen (Astron. Nachr. 1838 Nr. 372. S. 180). Wenn ich zwei von den Arabern aufgeschriebene Sternschnuppenfälle mit der von Boguslawski aufgefundenen Epoche des vierzehnten Jahrhunderts verbinden darf, so ergeben sich mir folgende mehr oder minder übereinstimmende Elemente der Knotenbewegung:

Im October 902 in der Todtnacht des Königs Ibrahim ben Ahmed ein großer Sternschnuppenfall, „einem feurigen Regen gleich.“ Das Jahr ward deshalb das Jahr der Sterne genannt. (Conde, Hist. de la domination de los Arabes p. 346.)

Am 19. Oct. 1202 schwankten die Sterne die ganze Nacht hindurch. „Sie fielen wie Heuschrecken.“ (Comptes rendus 1837 T. I. p. 294, und Fraehn im Bull. de l'Acad. de St. Petersbourg T. III. p. 308.)

Am 21. Oct. a. St. 1366, die sequente post festum XI millia Virginum ab hora matutina usque ad horam primam visae sunt quasi stellae de caelo cadere continuo, et in tanta multitudine, quod nemo narrare sufficit. Diese merkwürdige Notiz, von der noch

weiter unten im Texte die Rede sein wird, hat Herr von Boguslawski der Sohn in Benesse's (de Horawie) de Weitmil oder Weithmil Chronicon Boemos Pragensis p. 389 aufgefunden. Die Chronik steht auch im zweiten Theile der Scriptores rerum Bohemicarum von Pelzel und Dobrowsky 1784 (Schum. Astr. Nachr. Dec. 1839.)

Nacht vom 9—10. Nov. 1787, viele Sternschnuppen von Hemmer im südlichen Deutschlande, besonders in Manheim, beobachtet. (Kämpf, Meteor. Tb. III. S. 237.)

Nach Mitternacht am 12. Nov. 1799 der ungeheure Sternschnuppenfall in Cumana, den Bonpland und ich beschrieben haben und der in einem großen Theil der Erde beobachtet worden ist. (Relat. hist. T. I. p. 519—527.)

Vom 12—13. Nov. 1822 wurden Sternschnuppen mit Feuerkugeln gemeint in großer Zahl von Altden in Potsdam gesehen. (Gilbert's Ann. Bd. LXXII. S. 219.)

13. Nov. 1831 um 4 Uhr Morgens ein großer Sternschnuppenfall gesehen vom Cav. Bérard an der spanischen Küste bei Cartagena del Levante. (Annuaire 1836 p. 297.)

In der Nacht vom 12—13. Nov. 1833 das denkwürdige von Denison Olmsted in Nordamerika so vortrefflich beschriebene Phänomen.

In der Nacht vom 13—14. Nov. 1834 derselbe Schwarm, aber von etwas geringerer Stärke in Nordamerika. (Poggend. Ann. Bd. XXXIV. S. 129.)

Am 13. Nov. 1835 wurde von einer sporadisch gefallenen Feuerkugel bei Velles im Depart. de l'Alin, eine Scheibe entzündet. (Annuaire 1836 p. 296.)

Im Jahr 1838 zeigte der Strom sich auf das bestimmteste in der Nacht vom 13. zum 14. Nov. (Astron. Nachr. 1838 Nr. 372.)

die ungeheure Geschwindigkeit der problematischen Asteroiden sind zuerst von Benzenberg und Brandes durch gleichzeitige Beobachtungen und Parallaxen-Bestimmungen, an den Endpunkten einer Standlinie von 46000 Fuß Länge, gefunden worden*). Die relative Geschwindigkeit der Bewegung ist $\frac{1}{2}$ bis 9 Meilen in der Secunde, also der der Planeten gleich. Eine solche planetarische Geschwindigkeit†), wie auch die oft bemerkte Richtung der Feuerfugel- und Sternschnuppen-Bahnen, der Bewegungs-Richtung der Erde entgegengesetzt, werden als Hauptmomente in der Widerlegung des Ursprungs der Aerolithen aus sogenannten, noch thätigen Mondvulkanen betrachtet. Die Annahme einer mehr oder minder großen vulkanischen Kraft auf einem kleinen, von keinem Luftkreise umgebenen Weltkörper ist aber, ihrer Natur nach, numerisch überaus willkürlich. Es kann die Reaction des Inneren eines Weltkörpers gegen seine Rinde zehn, ja hundertmal kräftiger gedacht werden, als bei unsern jetzigen Erdvulkanen. Auch die Richtung der Massen, welche von einem west-östlich umlaufenden Satelliten ausgeschleudert werden, kann dadurch rückläufig scheinen, daß die Erde in ihrer Bahn später an den Punkt derselben gelangt, den jene Massen berühren. Wenn man indeß den ganzen Umfang der Verhältnisse erwägt, die ich schon in diesem Naturgemälde habe aufzählen müssen, um dem Verdacht unbegründeter Behauptungen zu entgehen, so findet man die Hypothese des selenitischen Ursprungs‡) der Meteorsteine von einer Mehrzahl von Bedingungen abhängig, deren zu-

*) Es ist mir nicht unbekannt, daß von den 62 in Schleien im Jahr 1823 auf Veranlassung des Prof. Brandes gleichzeitig beobachteten Sternschnuppen einige eine Höhe von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{10}$, von 60, ja von 100 Meilen zu erreichen schienen (Brandes, Unterhaltungen für Freunde der Astronomie und Physik Heft I. S. 48.); aber Ulbers hält wegen Kleinheit der Parallaxen alle Bestimmungen über 30 Meilen Höhe für zweifelhaft.

†) Die planetarische Translations-Geschwindigkeit, das Fortrücken in der Bahn, ist bei Merkur 6,6; bei Venus 4,8; bei der Erde 4,1 Meilen in der Secunde.

‡) Elblabni hat aufgefunden, daß ein italienischer Physiker, Paolo Maria Terzaggo, 1660, bei Gelegenheit eines Aerolithenfalles zu Mailand, in dem ein Franciscaner-Mönch getödtet wurde, zuerst von der Möglichkeit gesprochen habe, daß die Aerolithen Mondsteine sein könnten. Labant philosophorum mentes, sagt er in seiner Schrift (Musaeum Septilianum, Manfredi Septalio, Patricii Mediolanensis, industrioso labore constructum, Tortora 1664 p. 44), sub horum lapidum ponderibus, ni dicere velimus, lunam terram alteram, sive mundum esse, ex cujus montibus divisa frusta in inferiorem nostrum hunc orbem delabantur. Ohne von dieser Vermuthung etwas zu wissen, wurde Ulbers im Jahre 1795 nach dem berühmten Steinfall von Siena (16. Jun. 1794) auf die Untersuchung geleitet, wie groß die anfängliche Wurfkraft sein müsse, wenn vom Monde ausgeworfene Massen bis zur Erde gelangen sollten. Ein solches ballistisches Problem beschäftigte zehn bis zwölf Jahre lang die Geometer Laplace, Biot, Brandes und Poisson. Die damals noch sehr verbreitete, jetzt aufgegebenen Meinung von thätigen Vulkanen im luft- und wasserleeren Monde begünstigte im Publikum die Verwechslung von dem, was mathematisch möglich und physikalisch wahrscheinlich, d. h. anderen Hypothesen vorzuziehen sei. Ulbers, Brandes und Elblabni glaubten, „in der relativen Geschwindigkeit von 4 bis 8 Meilen, mit welcher Feuerfugeln und Sternschnuppen in unsere Atmosphäre kommen,“ die Widerlegung ihres selenitischen Ursprungs zu finden. Um die Erde zu erreichen, würde nach Ulbers, ohne den Widerstand der Luft in Anschlag zu bringen, eine anfängliche Geschwindigkeit von 7780 Fuß in der Secunde (nach Laplace 7377 F., nach Biot 7771 F., nach Poisson 7123 F.) hinlänglich sein. Laplace nennt diese Anfangsgeschwindigkeit nur 5 bis 6mal größer als diejenige, welche die Kraft unserer Geschütze hervorbringt; aber Ulbers hat gezeigt, „daß bei einer solchen anfänglichen

Geschwindigkeit von 7500 bis 8000 Fuß in der Secunde die Meteorsteine nur mit der Geschwindigkeit von 35000 Fuß ($1,5^3$ geogr. Meilen) an die Oberfläche unserer Erde gelangen würden. Da nun die gemessene Geschwindigkeit der Meteorsteine im Mittel von 5 geographischen Meilen, über 114000 Fuß, in der Secunde ist, so müßte die urfrühhliche Wurfgeschwindigkeit im Monde von fast 110000 Fuß, also 14mal größer sein, als sie Laplace annimmt.“ (Ulbers in Schum. Jahrb. 1837 S. 52–58 und in Gehlrich's Neuem physik. Wörterbuche Bd. VI. Abth. 3. S. 2129–2136.) Der Mangel des Widerstandes der Luft würde allerdings, wenn vulkanische Kräfte noch jetzt als thätig angenommen werden dürften, der Wurfkraft von Mondvulkanen einen Vorzug vor der Wurfkraft der Erdvulkane geben; aber auch über das Maas der Kräfte der letzteren fehlt es an allen sicheren Beobachtungen. Es ist sogar wahrscheinlich, daß dies Maas sehr überschätzt wird. Ein sehr genauer und messender Beobachter der Aetna-Phänomene, Dr. Peters, hat die größte Geschwindigkeit der aus dem Krater ausgeworfenen Steine nur 1250 Fuß in der Secunde gefunden. Beobachtungen am Pic von Teneriffa 1798 gaben 3000 Fuß. Wenn Laplace auch am Ende seines Werkes (Expos. du Syst. du Monde, ed. de 1824 p. 399) den Aerolithen sehr vorsichtig sagt: „que selon toutes les vraisemblances elles viennent des profondeurs de l'espace celeste“; so sieht man doch an einer andern Stelle (chap. VI. p. 233), daß er, wahrscheinlich mit der ungeheuren planetarischen Geschwindigkeit der Meteorsteine unbekannt, sich zu der selenitischen Hypothese mit einiger Vorliebe hinneigte, aber immer voraussetzte, daß die vom Monde ausgeworfenen Steine „deviennent des satellites de la terre, décrivant autour d'elle une orbite plus ou moins allongée, de sorte qu'ils n'atteignent l'atmosphère de la terre qu'après plusieurs et même un très-grand nombre de révolutions.“ So wie ein Italiener in Tortona den Einfall hatte, die Aerolithen kämen aus dem Monde, so hatten griechische Physiker auch den Einfall gehabt, sie kämen aus der Sonne. Einer solchen Meinung erwähnt Diogenes Laertius II, 9 von dem Ursprunge der bei Megos Potamoi niedergefallenen Masse (s. Note † S. 56). Der alles registrirende Plinius (II, 58) wiederholt die Meinung, und bekräftigt sie um so lieber, weil er, mit Früheren (Diog. Laert. II, 3 und 5 p. 99, Sühner), den Anaxagoras beschuldigt, den Aerolithenfalle aus der Sonne vorhergesagt zu haben: „celebrant Graeci

fälliges Zusammentreffen allein das bloß Mögliche als ein Wirkliches gestalten kann. Einfacher und anteren Vermuthungen über die Bildung des Sonnensystems analoger scheint die Annahme eines ursprünglichen Daseins kleiner planetarischer Massen im Welt-
raume.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß ein großer Theil dieser kosmischen Körper die Nähe unseres Dunstkreises unzerstört durchstreichen, um ihre durch Anziehung der Erdmasse nur in der Excentricität veränderte Bahn um die Sonne fortzusetzen. Man kann glauben, daß dieselben uns nach mehreren Umläufen und vielen Jahren erst wieder sichtbar werden. Die sogenannten aufwärts steigenden Sternschnuppen und Feuerkugeln, die Chladni nicht glücklich durch Meslerion stark zusammengepreßter Luft zu erklären suchte, erschienen auf den ersten Anblick die Folge einer räthselhaften, die Körper von der Erde entfernenden Wurfgeschwindigkeit; aber Bessel hat theoretisch erwiesen und durch Felder's sorgfältige Rechnungen bestätigt gefunden, daß bei dem Mangel an vollkommener Gleichzeitigkeit des beobachteten Verschwindens unter den veröffentlichten Beobachtungen keine vorkomme, welche der Annahme des Aufsteigens eine Wahrscheinlichkeit gäbe, und erlaubte, sie als ein Resultat der Beobachtungen anzusehen*). Ob, wie Olbers glaubt, das Zerspringen von Sternschnuppen und rauchend flammenden, nicht immer geradlinig bewegten Feuerkugeln die Meteore nach Raketenart in die Höhe treiben und ob es in gewissen Fällen auf die Richtung ihrer Bahn einwirken könne, muß der Gegenstand neuer Beobachtungen werden.

Die Sternschnuppen fallen entweder vereinzelt und selten, also sporadisch, oder in Schwärmen zu vielen Tausenden; die letzteren Fälle (arabische Schriftsteller vergleichen sie mit Heuschrecken=Schaaren) sind periodisch und bewegen sich in Strömen von meist paralleler Richtung. Unter den periodischen Schwärmen sind bis jetzt die berühmtesten geworden das sogenannte November=Phänomen (12—14. Nov.) und das des Festes des heil. Laurentius (10. Aug.), dessen „feuriger Thranen“ in England schon längst in einem Kirchen=Calendar wie in alten Traditionen †) als einer wieder-

Anaxagoram Clazomenium Olympiadis septuagesimae octavae secundo anno praedixisse caelestium litterarum scientia, quibus diebus saxum casurum esse e sole, idque factum interdui in Thraciae parte ad Aegos flumen. — Quod si quis praedictum credat, simul fatentur necesse est, majoris mirae di-vinitatem Anaxagorae fuisse, solvique rerum natura intellectum, et confundi omnia, si aut ipse Sol lapis esse aut unquam lapidum in eo fuisse credatur; decidere tamen crebro non erit dubitum.“ Auch den Fall des Steines von mäßiger Größe, der im Gymnasium zu Abydos aufbewahrt wird, soll Anaxagoras prophezeit haben. Äerolithenfälle bei hellem Sonnenschein und wenn die Mondscheibe nicht sichtbar war, haben wahrscheinlich auf die Idee der Sonnensteine geführt. Auch war, nach einem der physischen Dogmen des Anaxagoras, die ihn (wie zu unserer Zeit die Geologen) theologischen Verfolgungen aussetzten, die Sonne „eine geschmolzene feurige Masse“ (μῦθος διανυπνος). Im Phaëton des Euripides wurde nach denselben Ansichten des Klagemoniers die Sonne ebenfalls eine „goldene Kugel“ genannt, d. h. eine feuerfarbene, hellleuchtende Materie, woraus man aber nicht auf Äerolithen als goldene Sonnensteine (s. oben Note * S. 56) schließen muß. Veral. Valstenacer, Diatribe in Eurip. perd. dram. Reliquias 1767 p. 30 Diog. Laert. II. 10. — Wir finden demnach bei den griechischen Philosophen vier Hypothesen: einen tellurischen Ursprung der Sternschnuppen von aufsteigenden Dünsten; Steinmassen von Vulkanen gehoben, bei Aristoteles (Meteor. lib. I. cap. IV, 2—13 und cap. VII, 9); Ursprung aus der Sonne; Ursprung aus den Himmelsräumen als lange unsichtbar gebliebener Himmelskörper. Ueber diese letzte mit der übrigen ganz übereinstimmende Meinung des Diogenes von Apollonia s. den Text S. 68

und die Note S. 66*. Merkwürdig ist es, daß man noch in Syrien, wie mich ein gelehrter Orientalist, mein persischer Lehrer, Herr Andrea de Merciat (jetzt in Smyrna), berichtet hat, nach einem alten Volksglauben, in sehr hellen Mondnächten Steinfälle aus der Luft besorg. Die Alten waren dagegen sehr aufmerksam auf den Fall der Meteor-Massen bei Mond-Ginsternissen; s. Plin. XXXVII, 10 p. 164, Solinus c. 37, Salm. Exere. p. 531, und die von Ukert gefammlten Stellen in Geogr. der Griechen und Römer Th. II. 1. S. 181 Note 14. Ueber die Unwahrscheinlichkeit, daß die Meteor Massen aus metallauflösenden Gasarten entstehen, die nach Jusiniere in den höchsten Schichten unserer Atmosphäre gelagert sein sollen und, vorher in ungeheure Räume zerstreut, plötzlich zusammenrinnen, wie über Penetration und Mischbarkeit der Gasarten s. meine Relat. hist. T. I. p. 525.

*) Bessel in Schum. Astr. Nachr. 1839 Nr. 380 und 381. S. 222 und 346. Am Schlusse der Abhandlung findet sich eine Zusammenstellung der Sonnenlängen mit den Epochen des November-Phänomens seit der ersten Beobachtung in Cumana von 1799.

†) Dr. Thomas Forster (The pocket Encyclop. of Natural Phenomena 1827 p. 17) berichtet, daß zu Cambridge im Christ Church College ein Manuscript unter dem Titel Ephemerides rerum naturalium aufbewahrt wird, das man einem Mönche im vorigen Jahrhundert zuschreibt. In diesem Manuscript sind bei jedem Tage Naturerscheinungen angegeben: das erste Blühen der Pflanzen, die Ankunft der Vögel u. s. f. Der 10. August ist durch das Wort meteorodes bezeichnet. Diese Bezeichnung und die Tradition der feurigen Thranen des heil. Laurentius hatten Herrn Forster besonders veranlaßt, das August-Phänomen eifrig zu verfolgen. (Quetelet, Corresp. mathém. Série III. T. I. 1837 p. 433.)

lehrenden meteorologischen Begebenheit gedacht wird. Unachtet bereits in der Nacht vom 12—13. Nov. 1823 nach Klöden in Potsdam, und 1832 in ganz Europa, von Portsmouth bis Drenburg am Uralflusse, ja selbst in der südlichen Hemisphäre in Ile de France, ein großes Gemisch von Sternschnuppen und Feuerkugeln der verschiedensten Größe gesehen worden war; so leitete doch eigentlich erst der ungeheure Sternschnuppenschwarm, den Olmsted und Palmer in Nordamerika am 12—13. Nov. 1833 beobachteten und in dem an Einem Orte, wie Schneeflocken zusammengedrängt, während neun Stunden wenigstens 240,000 fielen, auf die Periodicität der Erscheinung, auf die Idee, daß große Sternschnuppenschwärme an gewisse Tage geknüpft sind. Palmer in New-Haven erinnerte sich des Meteorfalls von 1799, den Ellicot und ich zuerst beschrieben haben*), und von dem durch die Zusammenstellung des Beobachteten, die ich gegeben, erwiesen worden ist, daß er im Neuen Continent gleichzeitig vom Aequator bis zu Neu-Herrnhut in Grönland (Br. 64° 14') zwischen 46° und 82° der Länge gesehen wurde. Man erkannte mit Erstaunen die Identität der Zeitepoche. Der Strom, der am ganzen Himmelsgewölbe am 12—13. Nov. 1833 von Jamaica bis Boston (Br. 40° 21') gesehen wurde, wiederholte sich 1834 in der Nacht vom 13.—14. Nov. in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika, doch mit etwas geringerer Intensität. In Europa hat sich seine Periodicität seitdem mit großer Regelmäßigkeit bestätigt.

Ein zweiter, eben so regelmäßig eintretender Sternschnuppenschwarm, als das November-Phänomen, ist der des August-Monats, der Strom des heil. Laurentius (9—14. Aug.). Muschenbroef†) hatte schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf die Häufigkeit der Meteore im August-Monat aufmerksam gemacht; aber ihre periodische sichere Wiederkehr um die Epoche des Laurentius-Festes haben erst Luctelet, Olbers und Benzelberg erwiesen. Man wird mit der Zeit gewiß noch andere periodisch wiederkehrende Ströme‡) entdecken, vielleicht um den 22—25. April, zwischen dem 6—12. December, und wegen der von Capocci aufgezählten wirklichen Aërolithenfälle am 27—29. November oder 17. Julius.

*) Sumb. Rel. hist. T. I. p. 519—527. Ellicot in den Transact. of the American Soc. 1804 Vol. VI. p. 29. Arago sagt vom November-Phänomen: „Ainsi se confirme de plus en plus l'existence d'une zone composée de millions de petits corps dont les orbites rencontrent le plan de l'écliptique vers le point que la terre va occuper tous les ans du 11 au 13 Novembre. C'est un nouveau monde planétaire qui commence à se révéler à nous.“ (Annuaire 1836 p. 296.)

†) Vergl. Muschenbroef, Introd. ad Phil. Nat. 1762 T. II. p. 1061. Howard, Climate of London Vol. II. p. 23, Beobachtungen vom Jahr 1806, also 7 Jahre nach den frühesten Beobachtungen von Brandes. Benzelberg über Sternschnuppen (S. 240—244); August-Beobachtungen von Thomas Forster s. in Luctelet a. a. O. S. 438—453; von Adolph Erman, Boguslawski und Kreil in Schum. Jahrb. 1838 S. 317—330. Ueber den Anfangspunkt im Perseus am 10. Aug. 1839 s. die genauen Messungen von Bessel und Erman (Schum. Astr. Nachr. Nr. 385 u. 428); aber am 10. Aug. 1837 scheint die Bahn nicht rückläufig gewesen zu sein; s. Arago in Comptes rendus 1837 T. II. p. 183.

‡) Am 25. April 1095 „sahen unzählbare Augen in Frankreich die Sterne so dicht wie Hagel vom Himmel fallen,“ (ut grando, nisi lucerent, pro densitate putaretur; Baldr. p. 88); und dieses Ereigniß wurde schon vor dem Concilium von Clermont als eine Vorbedeutung der großen Bewegung in der Christenheit betrachtet (Wilken, Gesch. der Kreuzzüge Bd. I. S. 75). Am 22. April 1800 ward ein großer Sternschnuppenschwarm in Virginien und Massachusetts gesehen; es war „ein Raketenfeuer, das zwei Stunden dauerte.“ Arago hat zuerst auf diese trainée d'astéroïdes als eine wieder-

kehrende aufmerksam gemacht (Annuaire 1836 p. 297). Merkwürdig sind auch die Aërolithenfälle im Anfang des Monats December. Für ihre periodische Wiederkehr als Meteorstrom sprechen die alte Beobachtung von Brandes in der Nacht vom 6—7. December 1798 (wo er 2000 Sternschnuppen zählte) und vielleicht der ungeheure Aërolithenfall vom 11. December 1836 in Brasilien am Rio Ussu bei dem Dorfe Macao (Brandes, Unterhalt. für Freunde der Physik 1825 Heft 1. S. 65, und Comptes rendus T. V. p. 211). Capocci hat von 1809—1839 zwölf wirkliche Aërolithenfälle zwischen dem 27—29. Nov., andere am 13. Nov., 10. August und 17. Juli aufgefunden (Comptes rendus T. XI. p. 357). Es ist auffallend, daß in dem Theil der Erdbahn, welcher den Monaten Januar und Februar, vielleicht auch März entspricht, bisher keine periodischen Sternschnuppen- oder Aërolithenstürmungen bemerkt worden sind; doch habe ich in der Südhälfte den 15. März 1803 auffallend viel Sternschnuppen beobachtet, wie auch ein Schwarm derselben in der Stadt Quito kurz vor dem ungeheuren Erdbeben von Riobamba (4. Februar 1797) gesehen ward. Besondere Aufmerksamkeit verdienen demnach bisher die Epochen:

22—25. April,
17. Julius (17—26. Jul.?) (Duct. Corr. 1837 p. 435),
10. August,
12—14. November,
27—29. November,
6—12. December.

Die Frequenz dieser Strömungen darf, so groß auch die Verschiedenheit ist zwischen isolirten Cometen und mit Asteroiden gefüllten Ringen, nicht in Erstaunen setzen, wenn man der Raumerfüllung des Universums durch Myriaden von Cometen gedenkt.

So unabhängig sich auch alle bisher beobachtete Erscheinungen von der Polhöhe, der Luft-Temperatur und andern klimatischen Verhältnissen gezeigt haben, so ist doch dabei eine, vielleicht nur zufällig begleitende Erscheinung nicht ganz zu übersehen. Das Nordlicht war von großer Intensität während der prachtvollsten aller dieser Naturbegebenheiten, während der, welche Olmsted (12—13. Nov. 1833) beschrieben hat. Es wurde auch in Bremen 1838 beobachtet, wo aber der periodische Meteorfall minder auffallend als in Richmond bei London war. Ich habe auch in einer andern Schrift der sonderbaren und mir oft mündlich bestätigten Beobachtung des Admirals Brangel*) erwähnt, der an den sibirischen Küsten des Eismeeres, während des Nordlichtes, gewisse Regionen des Himmels gewölbes, die nicht leuchteten, sich stets entzündten und dann fortglühen sah, wenn eine Sternschnuppe sie durchstrich.

Die verschiedenen Meteorströme, jeder aus Myriaden kleiner Weltkörper zusammengesetzt, schneiden wahrscheinlich unsere Erdbahn, wie es der Comet von Biela thut. Die Sternschnuppen=Asteroiden würde man sich nach dieser Ansicht als einen geschlossenen Ring bildend und in demselben einerlei Bahn befolgend vorstellen können. Die sogenannten kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter bieten uns, mit Ausschluß der Pallas, in ihren so engverschlungenen Bahnen ein analoges Verhältniß dar. Ob Veränderungen in den Epochen, zu welchen der Strom uns sichtbar wird, ob Verspätungen der Erscheinungen, auf die ich schon lange aufmerksam gemacht habe, ein regelmäßiges Fortrücken oder Schwanken der Knoten (der Durchschnittspunkte der Erdbahn und der Ringe) andeuten, oder ob bei ungleicher Gruppierung und bei sehr ungleichen Abständen der kleinen Körper von einander die Zone eine so beträchtliche Breite hat, daß die Erde sie erst in mehreren Tagen durchschneiden kann; darüber ist jetzt noch nicht zu entscheiden. Das Mondsystem des Saturn zeigt uns ebenfalls eine Gruppe innigst mit einander verbundener Weltkörper von ungeheurer Breite. In dieser Saturns-Gruppe ist die Bahn des äußersten (siebenten) Mondes von einem so beträchtlichen Durchmesser, daß die Erde in ihrer Bahn um die Sonne einen gleichen Raum erst in drei Tagen zurücklegen würde. Wenn in einem der geschlossenen Ringe, welche wir uns als die Bahnen der periodischen Ströme bezeichnend denken, die Asteroiden dergestalt ungleich vertheilt sind, daß es nur wenige dicht gedrängte und Schwarz-erregende Gruppen darin giebt, so begreift man, warum glänzende Phänomene wie die im November 1799 und 1833 überaus selten sind. Der scharfsinnige Olbers war geneigt, die Wiederkehr der großen Erscheinung, in der Sternschnuppen mit Feuerkugeln gemengt wie Schneeflocken fielen, erst für den 12—14. November 1867 zu verkünden.

Wievellen ist der Strom der November-Asteroiden nur in einem schmalen Erdraume sichtbar geworden. So zeigte er sich z. B. im Jahre 1837 in England in großer Pracht als meteoric shower, während daß ein sehr aufmerksamer und geübter Beobachter zu Braunsberg in Preußen in derselben Nacht, die dort ununterbrochen heiter war, von 7 Uhr Abends bis Sonnenaufgang nur einige wenige sporadisch fallende Sternschnuppen sah. Bessel schloß †) daraus: „daß eine wenig ausgedehnte Gruppe des großen mit jenen Körpern gefüllten Ringes in England bis zur Erde gelangt ist, während daß eine östlich gelegene Länderstrecke durch eine verhältnißmäßig leere Gegend des Meteor-Ringes ging.“

*) Ferb. v. Brangel, Reise längs der Nordküste von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. II. S. 269. — Ueber die 34-jährige Wiederkehr des dichteren Schwarms der November-Strömung s. Olbers im Jahrb. 1837 S. 289. — Man hat mir in Cumana gesagt, daß kurz vor dem furchtbaren Erdbeben von 1766, also wieder 33 Jahre vor dem Sternschnuppenfall vom 11—12. Nov. 1799, ein eben solches Feuerwerk am Himmel gesehen worden sei. Aber das Erdbeben war nicht im Anfang des November, sondern bereits am 21. October 1766. Möchten doch auch Reisende in Luito den Tag ergründen können, an welchem dort der Vulkan

von Canambe eine Stunde lang wie in Sternschnurren eingehüllt erschien, so daß man den Himmel durch Proceffionen befängigen wollte! (Relat. hist. T. I. chap. IV. p. 307, chap. X. p. 520 und 527.)

†) Aus einem Briefe an mich vom 24. Jan. 1838. Der ungeheure SternschnuppenSchwarm vom Nov. 1799 wurde fast nur in Amerika, von Neu-Bernhut in Grönland bis zum Aequator gesehen. Der Schwarm von 1831 und 1832 war nur in Europa, der von 1833 und 1834 nur in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika sichtbar.

Erhält die Annahme eines regelmäßigen Fortrückens oder eines durch Perturbationen verursachten Schwankens der Knotenlinie mehr Wahrscheinlichkeit, so gewinnt das Auffinden älterer Beobachtungen ein besonderes Interesse. Die chinesischen Annalen, in denen neben der Erscheinung von Cometen auch große Sternschnuppenschwärme angegeben werden, reichen bis über die Zeiten des Torkäus oder des zweiten messenischen Krieges hinaus. Sie beschreiben zwei Ströme im März-Monat, deren einer 687 Jahre älter als unsre christliche Zeitrechnung ist. Eduard Biot hat schon bemerkt, daß unter den 52 Erscheinungen, welche er in den chinesischen Annalen gesammelt, die am häufigsten wiederkehrenden die wären, welche dem 20—22. Julius (a. St.) nahe liegen und daher wohl der, jetzt vorgerückte Strom des heil. Laurentius sein könnten*). Ist der von Boguslawski, dem Sohne, in Benessii de Horowic Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgeführte Sternschnuppenfall vom 21. October 1866 (a. St.) unser jetziges November-Phänomen, aber damals bei hellem Tage gesehen, so lehrt die Fortrückung in 477 Jahren, daß dies Sternschnuppen-System (d. i. sein gemeinschaftlicher Schwerpunkt) eine rückläufige Bahn um die Sonne beschreibt. Es folgt auch aus den hier entwickelten Ansichten, daß, wenn Jahre vergehen, in denen beide bisher erforschte Ströme (der November- und der Laurentius-Strom) in keinem Theile der Erde beobachtet würden, die Ursache davon entweder in der Unterbrechung des Ringes (d. h. in den Räden, welche die auf einander folgenden Asteroiden-Gruppen lassen) oder, wie Poisson will, in der Einwirkung der größeren Planeten †) auf die Gestalt und Lage des Ringes liegt.

Die festen Massen, welche man bei Nacht aus Feuerkugeln, bei Tage, und meist bei heiterem Himmel, aus einem kleinen dunkeln Gewölk unter vielem Getöse und beträchtlich erhitzt (doch nicht rothglühend) zur Erde fallen sieht, zeigen im Ganzen, ihrer äußeren Form, der Beschaffenheit ihrer Rinde und der chemischen Zusammensetzung ihrer Hauptbestandtheile nach, eine unverkennbare Uebereinstimmung. Sie zeigen dieselbe durch alle Jahrhunderte und in den verschiedensten Regionen der Erde, in denen man sie gesammelt hat. Aber eine so auffallende und früh behauptete physiognomische Gleichheit der dichten Meteor Massen leidet im Einzelnen mancherlei Ausnahmen. Wie verschieden sind die leicht schmiedbaren Eisenmassen von Grabschina im Agramer Comitatz, oder die von den Ufern des Sissim in dem Jenisejster Gouvernement, welche durch Pallas berühmt geworden sind, oder die, welche ich aus Mexico ‡) mitgebracht, Massen, die alle $\frac{96}{100}$ Eisen enthalten, von den Aërolithen von Siena, deren Eisengehalt kaum $\frac{2}{100}$ beträgt, von dem erdigen, in Wasser zerfallenden Meteorstein von Alais (im Dep. du Gard), und von Jonzac und Juvenas, die, ohne metallisches Eisen, ein Gemenge oxytognostisch unterscheidbarer, krystallinisch gefonderter Bestandtheile darbieten! Diese Verschiedenheiten haben auf die Einteilung der kosmischen Massen in zwei Classen, nickelhaltiges Meteor-Eisen und fein- oder grob-körnige Meteorsteine, geführt. Sehr charakteristisch ist die, nur einige Zehntel Linie dicke, oft pechartig glänzende, bisweilen geäderte Rinde§). Sie hat bisher, so viel ich weiß,

*) Lettre de Mr. Edouard Biot à Mr. Quetelet sur les anciennes apparitions d'étoiles filantes en Chine im Bull. de l'Acad. de Bruxelles 1843 T. X. No. 7. p. 8. Ueber die Notiz aus dem Chronicon Ecclesiae Pragensis s. Boguslawski, ben Sohn, in Poggenb. Annalen Bd. XLVIII S. 612. Zur Note S. 47 ist hinzuzufügen, daß die Bahnen von 4 Cometen (568, 574, 1337 und 1385) ebenfalls nach alleinigen chinesischen Beobachtungen berechnet worden sind. S. John Russell sind in Schum. Astr. Nachr. 1844 Nr. 498.

†) Il paraît qu'un nombre, qui semble inépuisable, de corps trop petits pour être observés, se meuvent dans le ciel, soit autour du soleil, soit autour des planètes, soit peut-être même autour des satellites. On suppose que quand ces corps sont rencontrés par notre atmosphère, la différence entre leur vitesse et celle de notre planète est assez grand

pour que le frottement qu'ils éprouvent contre l'air, les échauffe au point de les rendre incandescents, et quelquefois de les faire éclater. Si le groupe des étoiles filantes forme un anneau continu autour du soleil, sa vitesse de circulation pourra être très-différente de celle de la terre; et ses déplacements dans le ciel, par suite des actions planétaires, pourront encore rendre possible ou impossible, à différentes époques, le phénomène de la rencontre dans le plan de l'écliptique." Poisson, Recherches sur la probabilité des jugemens p. 306—307.

‡) Sumboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne (2 édit.) T. III. p. 310.

§) Schon Plinius (II, 56 und 58) war auf die Farbe der Rinde aufmerksam: colore adusto; auch das lateribus pluisse deutet auf das gebrannte äußere Ansehen der Aërolithen.

nur im Meteorstein von Chantonmay in der Vendée gefehlt, der dagegen, was eben so selten ist, Poren und Blasenräume wie der Meteorstein von Juvenas zeigt. Ueberall ist die schwarze Rinde von der hellgrauen Masse eben so scharf abgeschnitten, als der schwarze bleifarbene Ueberzug der weißen Granitblöcke*), die ich aus den Cataracten des Drinoco mitgebracht und die auch vielen Cataracten anderer Erdtheile (z. B. dem Nil- und dem Congo=Flusse) eigen sind. Im stärksten Feuer der Porzellan=Ofen kann man nichts hervorbringen, was der so rein von der unveränderten Grundmasse abgeschiedenen Rinde der Aërolithen ähnlich wäre. Man will zwar hier und da etwas bemerkt haben, was auf das Einkneten von Fragmenten könnte schließen lassen; aber im allgemeinen deuten die Beschaffenheit der Grundmasse, der Mangel von Abplattung durch den Fall, und die nicht sehr beträchtliche Erhitzung bei erster Berührung des eben gefallenen Meteorsteins keinesweges auf das Geschmolzensein des Inneren in dem schnell zurückgelegten Wege von der Grenze der Atmosphäre zur Erde hin.

Die chemischen Elemente, aus denen die Meteor Massen bestehen und über welche Berzelius ein so großes Licht verbreitet hat, sind dieselben, welche wir zerstreut in der Erdrinde antreffen: 8 Metalle (Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Arsenik und Zinn), 5 Erdarten, Kali und Natron, Schwefel, Phosphor und Kohle; im Ganzen 3 aller uns bisher bekannten sogenannten einfachen Stoffe. Trotz dieser Gleichheit der letzten Bestandtheile, in welche unorganische Körper chemisch zerlegt werden, hat das Ansehen der Meteor Massen doch durch die Art der Zusammensetzung ihrer Bestandtheile im allgemeinen etwas fremdartiges, den irdischen Gebirgsarten und Felsmassen unähnliches. Das fast in allen eingeprengte gediegene Eisen giebt ihnen einen eigenthümlichen, aber deshalb nicht selenitischen Charakter: denn auch in andern Welträumen und Weltkörpern, außerhalb des Mondes, kann Wasser ganz fehlen und können Drydations=Processe selten sein.

Die kosmischen Schleimblasen, die organischen Mstoc=ähnlichen Massen, welche den Sternschnuppen seit dem Mittelalter zugeschrieben werden, die Schwefelfiese von Sterlitamak (westlich vom Uralgebirge), die das Innere von Hagelkörnern sollen gebildet haben†), gehören zu Mythen der Meteorologie. Nur das feinkörnige Gewebe, nur die Einnengung von Olivin, Augit und Labrador‡) geben einigen Aërolithen (z. B. den doleritähnlichen von Juvenas im Ardèche=Departement), wie Gustav Rose gezeigt hat, ein mehr heimisches Ansehn. Diese enthalten nämlich krystallinische Substanzen, ganz denen unsrer Erdrinde gleich; und in der sibirischen Meteor=Eisenmasse von Pallas zeichnet sich der Olivin nur durch Mangel von Nickel aus, der dort durch Zinn=Dryd ersetzt ist||). Da die Meteor=Olivine, wie die unsrer Basalte, 47 bis 49 Hunderttheile Talkerde enthalten und in den Meteorsteinen nach Berzelius meist die Hälfte der erdigen Bestandtheile ausmachen, so muß man nicht über den großen Gehalt an Silicaten von Talkerde in diesen kosmischen Massen erstaunen. Wenn der Aërolith von Juvenas trennbare Krystalle von Augit und Labrador enthält, so wird es durch das numerische Verhältniß der Bestandtheile auf's wenigste wahrscheinlich, daß die Meteor Massen von Chateau Renard ein aus Hornblende und Albit bestehender Diorit, die von Blansko und Chantonmay ein Gemenge

*) Sumb. Rel. hist. T. II. chap. XX. p. 299—302.

†) Gustav Rose, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 202.

‡) Derselbe in Poggend. Ann. 1825 Bd. IV. S. 173—172. Rammeisberg, Erstes Suppl. zum chem. Handwörterbuche der Mineralogie 1843 S. 102. „Es ist,“ sagt der scharfsinnige Olbers, „eine denkwürdige und noch unbeachtete Thatsache, daß man nie fossile Meteorsteine, wie fossile Muscheln, in Secundär- und Tertiärformationen gefunden hat. Sollte man daraus schließen können, daß vor der jetzigen letzten Ausbildung der Oberfläche unserer Erde noch keine Meteorsteine auf dieselbe herabgefallen sind, da gegenwärtig, nach Schreibers, wahrscheinlich in jedem Jahre an 700

Aërolithenfälle stattfinden?“ (Olbers in Schum. Jahrb. 1838 S. 329.) Problematische, nickelhaltige Massen von gediegenem Eisen sind in Nord=Asien (Goldseifenwerk von Petropawlofsk, 20 Meilen in SO. von Kusnez) in 31 Fuß Tiefe und neuerlichst in den westlichen Karpathen (Gebirge Nagura bei Slanitz) gefunden worden. Beide sind den Meteorsteinen sehr ähnlich. Beral. Erman, Archiv für wissenschaftliche Kunde von Rußland Bd. I. S. 315, und Sabiner's Bericht über die Slanitzer Schürfe in Ungarn.

||) Berzelius, Jahresber. Bd. XV. S. 217 und 231. Rammeisberg, Handwörterb. Abth. II. S. 25—28.

von Hornblende und Labrador sind. Die Beweise, die man von den eben berührten oryktognostischen Aehnlichkeiten für einen tellurischen und atmosphärischen Ursprung der Aërolithen hernehmen will, scheinen mir nicht von großer Stärke. Warum sollten, und ich könnte mich auf ein merkwürdiges Gespräch von Newton und Conduitt in Kensington berufen*), die Stoffe, welche zu Einer Gruppe von Weltkörpern, zu Einem Planetensysteme gehören, nicht theilweis dieselben sein können? warum sollten sie es nicht, wenn man vermuten darf, daß diese Planeten, wie alle größeren und kleineren gehalten um die Sonne freisenden Massen, sich aus der einzigen, einst weit ausgedehnten Sonnen-Atmosphäre, wie aus dunstförmigen Ringen abgeschieden haben, die anfänglich um den Centralkörper ihren Kreislauf beschrieben? Wir sind, glaube ich, nicht mehr berechtigt, Nidel und Eisen, Olivin und Pyroxen (Augit) in den Meteorsteinen ausschließlich irdisch zu nennen, als ich mir erlauben würde, deutsche Pflanzen, die ich jenseits des Oby fand, als europäische Arten der nordasiatischen Flora zu bezeichnen. Sind in einer Gruppe von Weltkörpern verschiedenartiger Größe die Elementarstoffe dieselben, warum sollten sie nicht auch, ihrer gegenseitigen Anziehung folgend, sich nach bestimmten Mischungsverhältnissen gestalten können: in der Polarzone des Mars zu weißglänzendem Schnee und Eis, in anderen, kleineren kosmischen Massen zu Gebirgsarten, welche Olivin-, Augit- und Labrador-Krystalle einschließen? Auch in der Region des bloß Muthmaßlichen darf nicht eine ungerichtete, auf alle Induction verzichtende Willkühr der Meinungen herrschen.

Wundersame, nicht durch vulkanische Asche oder Hbherauch (Moorrauch) erklärbare Verfinsterungen der Sonnenscheibe, während Sterne bei vollem Mittag zu sehen waren (wie die dreitägige Verfinsterung im Jahre 1547 um die Zeit der verhängnißvollen Schlacht bei Mühlberg), wurden von Kepler bald einer *materia cometica*, bald einem schwarzen Gewölk, die ruffige Ausströmungen des Sonnenkörpers erzeugen, zugeschrieben. Kürzere, drei- und sechsstündige Verdunkelungen in den Jahren 1090 und 1203 erklärten Chladni und Schnurrer durch vorbeiziehende Meteor Massen. Seitdem die Sternschnuppenströme, nach der Richtung ihrer Bahn, als ein geschlossener Ring betrachtet werden, sind die Epochen jener räthselhaften Himmelserscheinungen in einen merkwürdigen Zusammenhang mit den regelmäßig wiederkehrenden Sternschnuppenschwärmen gesetzt worden. Adolph Erman hat mit vielem Scharfsinn und genauer Zergliederung der bisher gesammelten Thatfachen auf das Zusammentreffen der Conjunction der Sonne sowohl mit den August-Asteroiden (7. Februar), als mit den November-Asteroiden (12. Mai, um die Zeit der im Volksglauben verrufenen kalten Tage Mamertus, Pancratius und Servatius) aufmerksam gemacht†).

Die griechischen Naturphilosophen, der größeren Zahl nach wenig zum Beobachten geneigt, aber beharrlich und unerschöpflich in der vielfältigsten Deutung des Halb-Wahrgenommenen, haben über Sternschnuppen und Meteorsteine Ansichten hinterlassen, von denen einige mit den jetzt ziemlich allgemein angenommenen von dem kosmischen Vorgange der Erscheinungen auffallend übereinstimmen. „Sternschnuppen“, sagt Plutarch ‡) im Leben

*) „Sir Isaac said, he took all the planets to be composed of the same matter with this earth, viz. earth, water and stones, but variously concocted.“ Turner, Collections for the hist. of Grantham, oont. authentic Memoirs of Sir Isaac Newton p. 172.

†) Adolph Erman in Voggend. Ann. 1839 Bd. XLVIII. S. 582—601. Früher hatte Biot schon Zweifel gegen die Wahrscheinlichkeit erregt (Comptes rendus 1836 T. II. p. 670), daß der November-Strom Anfangs Mai wieder erscheinen müsse. Wäbler hat die mittlere Temperatur-Erniedrigung in den verrufenen drei Waiatagen durch 86jährige Berliner Beobachtungen geprüft (Verhandl. des Vereins zur Beförd. des Gartenbaues 1834 S. 377), und in den Temperaturen vom 11—13. Mai einen Rückschritt von 1°, 22 gerade zu einer Zeit gefunden, in welche fast die schnellste Ver-

mehrung der Wärme fällt. Es wäre zu wünschen, daß das Phänomen dieser Temperatur-Erniedrigung, das man geneigt gewesen ist dem Schmelzen der Eismassen im Nordosten von Europa zuzuschreiben, an sehr entlegenen Punkten in Amerika oder in der südlichen Hemisphäre ermittelt würde. Vergl. Bull. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg 1843 T. I. No. 4.

‡) Plut. Vitae par. in Lysandro cap. 22. Die Erzählung des Daimachos (Daimachos), nach welcher 70 Tage lang ununterbrochen eine feurige Wolke am Himmel gesehen wurde, die Funken wie Sternschnuppen sprühte und endlich, sich senkend, den Stein von Megos Potamoi, welcher nur ein unbedeutender Theil der Wolke war, niedersinken ließ, ist sehr unwahrscheinlich, weil die Richtung und Geschwindigkeit der Feuerfugel so viele Tage lang der Erde hätte gleich bleiben müssen,

des Lyfander, „sind nach der Meinung einiger Physiker nicht Auswürfe und Abflüsse des ätherischen Feuers, welches in der Luft unmittelbar nach der Entzündung erlösche, noch auch eine Entzündung und Entflammung der Luft, die in der oberen Region sich in Menge aufgelöst habe; sie sind vielmehr ein Fall himmlischer Körper, dergestalt, daß sie durch eine gewisse Nachlassung der Schwingkraft und durch den Wurf einer unregelmäßigen Bewegung herabgeschleudert werden, nicht bloß nach der bewohnten Erde, sondern auch außerhalb in das große Meer, weshalb man sie dann nicht findet.“ Noch deutlicher spricht sich Diogenes von Apollonia *) aus. Nach seiner Ansicht „bewegten sich, zusammen mit den sichtbaren, unsichtbare Sterne, die eben deshalb keine Namen haben. Diese fallen oft auf die Erde herab und erlöschen, wie der bei Aegos Potamoi feurig herabgefallene steinerne Stern.“ Der Apolloniate, welcher auch alle übrigen Gestirne (die leuchtenden) für himmssteinartige Körper hält, gründete wahrscheinlich seine Meinung von Sternschnuppen und Meteor Massen auf die Lehre des Anaxagoras von Klazomenä, der sich alle Gestirne (alle Körper im Weltraume) „als Felsstücke“ dachte, „die der feurige Aether in der Stärke seines Umschwunges von der Erde abgerissen und, entzündet, zu Sternen gemacht habe.“ In der ionischen Schule fielen also, nach der Deutung des Diogenes von Apollonia, wie sie uns überliefert worden ist, Aerolithen und Gestirne in eine und dieselbe Classe. Beide sind der ersten Entstehung nach gleich tellurisch, aber nur in dem Sinne, als habe die Erde, als Centralkörper, einst †) um sich her alles so gebildet, wie, nach unsern heutigen Ideen, die Planeten eines Systems aus der erweiterten Atmosphäre eines andern Centralkörpers, der Sonne, entstehen. Diese Ansichten sind also nicht mit dem zu verwechseln, was man gemeinhin tellurischen oder atmosphärischen Ursprung der Meteorsteine nennt, oder gar mit der wunderbaren Vermuthung des Aristoteles, nach welcher die ungeheure Masse von Aegos Potamoi durch Sturmwinde gehoben worden sei.

• Eine vornehm thunende Zweifelsucht, welche Thatfachen verwirft, ohne sie ergründen zu wollen, ist in einzelnen Fällen fast noch verderblicher als unfritische Leichtgläubigkeit. Beide hindern die Schärfe der Untersuchung. Obgleich seit dritthalbtausend Jahren die Annalen der Völker von Steinfällen erzählen, mehrere Beispiele derselben durch unverwerfliche Augenzeugen außer allem Zweifel gesetzt waren, die Bätynen einen wichtigen Theil des Meteor-Cultus der Alten ausmachten, und die Begleiter von Cortes in Cholula den Aerolithen sahen, der auf die nahe Pyramide gefallen war; obgleich Khalifen und mongolische Fürsten sich von frisch gefallenen Meteorsteinen hatten Schwerdter schmieden lassen, ja Menschen durch vom Himmel gefallene Steine erschlagen wurden (ein Frate zu Crema am 4. September 1511, ein anderer Mönch in Mailand 1650, zwei schwedische Matrosen auf einem Schiffe 1674); so ist doch bis auf Chladni, der schon durch die Entdeckung seiner Klangfiguren sich ein unsterbliches Verdienst um die Physik erworben hatte, ein so großes

was bei der von Hallen (Transact. Vol. XXIX. p. 163) beschriebenen Feuerkugel vom 19. Juli 1686 doch nur Minuten dauerte. Ob übrigens Daimachos, der Schriftsteller *περί εισβείας*, Eine Person mit dem Daimachos aus Platäa sei, der von Seleucus nach Indien an den Sohn des Androkottos geschickt wurde und den Strabo p. 70, Casaub. „einen Lügenredner“ schimpft, bleibt ziemlich ungewiß. Man könnte es nach einer andern Stelle des Plut. Compar. Solonis c. Pop. cap. 4. fast glauben; auf jeden Fall haben wir hier nur die Erzählung eines sehr späten Schriftstellers, der 1½ Jahrhunderte nach dem berühmten Aerolithenfall in Abrahaim schrieb und dessen Wahrhaftigkeit Plutarch ebenfalls bezweifelt (vergl. oben Note || Seite 51.).

*) Stob. ed. Heeren I, 25 p. 508. Plut. de plac. Philos. II, 13.

†) Die merkwürdige Stelle bei Plut. de plac. Philos. II, 13 heißt also: „Anaxagoras lehrt, daß der um-

gebende Aether feurig sei der Substanz nach; und durch die Stärke des Umschwunges reiße er Felsstücke von der Erde ab, entzünde dieselben und habe sie zu Sternen gemacht.“ Einem solchen Umschwunge (Centrifugalkraft) soll der Klazomenier, eine alte Fabel zu einem physischen Dogma benutzend, auch das Herabfallen des Remäischen Löwen aus dem Monde in den Peloponnes zugeschrieben haben (Melian. XII, 7; Plut. de facie in orbe lunae c. 24; Schol. ex Cod. Paris. in Apoll. Argon. lib. I. p. 498 ed. Schaef. T. II. p. 40; Meineke, Annal. Alex. 1843 p. 85). Wir haben demnach hier statt der Mondsteine ein Mondthier! Nach Böck's scharfsinniger Bemerkung hat der alte Mythos des Remäischen Mondlöwen einen astronomischen Ursprung und hängt symbolisch in der Chronologie mit den Schaltjahren des Mond-Jahres, dem Mondcultus zu Nemea und den dortigen Festspielen zusammen.

kosmisches Phänomen fast unbeachtet, in seinem innigen Zusammenhange mit dem übrigen Planetensysteme unerkannt geblieben. Wer aber durchdrungen ist von dem Glauben an diesen Zusammenhang, den kann, wenn er für geheimnißvolle Natureindrücke empfänglich ist, nicht etwa bloß die glänzende Erscheinung der Meteorshow, wie im November-Phänomen und in der Nacht des heil. Laurentius, sondern auch jeder einsame Sternenschuß mit ernstern Betrachtungen erfüllen. Hier tritt plötzlich Bewegung auf mitten in dem Schauplatz nächtlicher Ruhe. Es belebt und es regt sich auf Augenblicke in dem stillen Glanze des Firmaments. Wo mit mildem Lichte die Spur des fallenden Sternes aufglimmt, verfinstlicht sie am Himmelsgewölbe das Bild einer meilenlangen Bahn; die bremsenden Asteroiden erinnern uns an das Dasein eines überall stoffgefüllten Weltraums. Vergleichen wir das Volum des innersten Saturnstrabanten oder das der Ceres mit dem ungeheuren Volum der Sonne, so verschwinden in unserer Einbildungskraft die Verhältnisse von groß und klein. Schon das Verlöschen plötzlich auflodernder Gestirne in der Cassiopea, im Schwan und im Schlangenträger führt zu der Annahme dunkler Weltkörper. In kleine Massen geballt, kreisen die Sternschnuppen-Asteroiden um die Sonne, durchschneiden cometenartig die Bahnen der leuchtenden großen Planeten und entzünden sich, der Oberfläche unseres Dunstkreises nahe oder in den obersten Schichten desselben.

Mit allen andern Weltkörpern, mit der ganzen Natur jenseits unserer Atmosphäre stehen wir nur im Verkehr mittelst des Lichtes, mittelst der Wärmestrahlen, die kaum vom Lichte zu trennen sind*), und durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Massen nach der Quantität ihrer Körpertheile auf unsern Erdball, auf den Ocean und die Luftschichten ausüben. Eine ganz andere Art des kosmischen, recht eigentlich materiellen Verkehrs erkennen wir im Fall der Sternschnuppen und Meteorsteine, wenn wir sie für planetarische Asteroiden halten. Es sind nicht mehr Körper, die aus der Ferne bloß durch Erregung von Schwingungen leuchtend oder wärmend einwirken, oder durch Anziehung bewegen und bewegt werden; es sind materielle Theile selbst, welche aus dem Weltraume in unsere Atmosphäre gelangen und unserm Erdbörper verbleiben. Wir erhalten durch einen Meteorstein die einzig mögliche Berührung von etwas, das unserm Planeten fremd ist. Gewöhnt, alles Nicht-Tellurische nur durch Messung, durch Rechnung, durch Vernunftschlüsse zu kennen, sind wir erstaunt zu betasten, zu wiegen, zu zerlegen, was der Außenwelt angehört. So wirkt auf unsere Einbildungskraft eine reflectirende, geistige Belebung der Gefühle, da wo der gemeine Sinn nur verlöschende Funken am hettern Himmelsgewölbe, wo er im schwarzen Steine, der aus der frachenden Wolke herabstürzt, nur das rohe Product einer wilden Naturkraft sieht.

Wenn die Asteroiden-Schwärme, bei denen wir mit Vorliebe lange verweilt haben, durch ihre geringe Masse und die Mannigfaltigkeit ihrer Bahnen sich gewissermaßen den Cometen anschließen, so unterscheiden sie sich dagegen wesentlich dadurch, daß wir ihre Existenz fast nur in dem Augenblick ihrer Zerstörung kennen lernen, wenn sie, von der Erde geseßelt, leuchtend werden und sich entzünden. Um aber das Ganze von dem zu umfassen, was zu unserm, seit der Entdeckung der kleinen Planeten, der inneren Cometen von kurzem Umlaufe und der Meteor-Asteroiden so complicirt und formenreich erscheinenden Sonnensysteme gehört, bleibt uns der Ring des Thierkreislichtes übrig, dessen wir schon früher mehrmals erwähnt haben. Wer Jahre lang in der Palmen-Zone gelebt hat,

*) Folgende bewährte Stelle, eine der vielen Kepler'schen Inspirationen über Wärmestahlung der Fixsterne, leises Verbrennen und Lebensprocesse findet sich in den Paralip. in Vitell. Astron. pars optica 1604 Propos. XXXII. p. 25: „Lucis propria est calor, sydera omnia calefaciunt. De syderum luce claritatis ratio testatur, calorem universorum in minori esse proportionem ad calorem unius solis, quam ut ab homine, cujus est certa caloris mensura, uterque

simul percipi et judicari possit. De circindularum lucula tenuissima negare non potes, quin cum calore sit. Vivunt enim et moventur, hoc autem non sine calefactione perficitur. Sed neque putrescentium lignorum lux suo calore destituitur; nam ipsa putredo quidam lentus ignis est. Inest et stirpibus suus calor.“ (Vergl. Kepler, Epit. Astron. Copernicanæ 1618 T. I. lib. I. p. 35.)

dem bleibt eine liebliche Erinnerung von dem milden Glanze, mit dem das Thierkreislicht, pyramidal aufsteigend, einen Theil der immer gleich langen Tropennächte erleuchtet. Ich habe es, und zwar nicht bloß in der dünnen und trockenen Atmosphäre der Andes-Gipfel auf zwölf- oder vierzehntausend Fuß Höhe, sondern auch in den grenzenlosen Grasfluren (Llanos) von Venezuela, wie am Meeresufer, unter dem ewig heiteren Himmel von Cumana, bisweilen itersü leuchtender als die Milchstraße im Schützen gesehen. Von einer ganz besondern Schönheit war die Erscheinung, wenn kleines duftiges Gewölk sich auf dem Zodiacallichte projecirte und sich malerisch abhob von dem erleuchteten Hintergrunde. Eine Stelle meines Tagebuches auf der Schiffsahrt von Lima nach der westlichen Küste von Mexico gedenkt dieses Luftbildes. „Seit 3 oder 4 Nächten (zwischen 10° und 14° nördlicher Breite) sehe ich das Zodiacallicht in einer Pracht, wie es mir nie noch erschienen ist. In diesem Theile der Südsee ist, auch nach dem Glanze der Gestirne und Nebelflecke zu urtheilen, die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wundervoll groß. Vom 14. bis 19. März war sehr regelmäßig $\frac{1}{2}$ Stunden, nachdem die Sonnenscheibe sich in das Meer getaucht hatte, keine Spur vom Thierkreislichte zu sehen, obgleich es völlig finster war. Eine Stunde nach Sonnenuntergang wurde es auf einmal sichtbar, in großer Pracht zwischen Aldebaran und den Plejaden am 18. März $39^{\circ} 5'$ Höhe erreichend. Schmale langgedehnte Wolken erscheinen zerstreut in lieblichem Blau, tief am Horizont, wie vor einem gelben Teppich. Die oberen spielen von Zeit zu Zeit in bunten Farben. Man glaubt, es sei ein zweiter Untergang der Sonne. Gegen diese Seite des Himmelsgewölbes hin scheint uns dann die Helligkeit der Nacht zuzunehmen, fast wie im ersten Viertel des Mondes. Gegen 10 Uhr war das Zodiacallicht hier in der Südsee gewöhnlich schon sehr schwach, um Mitternacht sah ich nur eine Spur desselben. Wenn es den 16. März am stärksten leuchtete, so ward gegen Osten ein Gegensein von mildem Lichte sichtbar.“ In unserer trüben, sogenannten gemäßigten, nördlichen Zone ist das Thierkreislicht freilich nur im Anfang des Frühlings nach der Abend-Dämmerung über dem westlichen, am Ende des Herbstes vor der Morgen-Dämmerung über dem östlichen Horizonte deutlich sichtbar.

Es ist schwer zu begreifen, wie eine so auffallende Naturerscheinung erst um die Mitte des 17ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Physiker und Astronomen auf sich gezogen hat, wie dieselbe den vielbeobachtenden Arabern im alten Bactrien, am Euphrat und im südlichen Spanien hat entgehen können. Fast gleiche Verwunderung erregt die späte Beobachtung der erst von Simon Marius und Huygens beschriebenen Nebelflecke in der Andromeda und im Orion. Die erste ganz deutliche Beschreibung des Zodiacallichts ist in Childrey's Britannia Baconica*) vom Jahr 1661 enthalten; die erste Beobachtung mag zwei oder drei Jahre früher gemacht worden sein; doch bleibt dem Dominicus Cassini das unbestreitbare Verdienst, zuerst (im Frühjahr 1683) das Phänomen in allen seinen räumlichen Verhältnissen ergründet zu haben. Was er 1668 in Bologna, und zu derselben

*) „There is another thing, which I recommend to the observation of mathematical men: which is, that in February, and for a little before, and a little after that month (as I have observed several years together) about six in the evening, when the Twilight hath almost deserted the horizon, you shall see a plainly discernable way of the Twilight striking up toward the Pleiades, and seeming almost to touch them. It is so observed any clear night, but it is best illas nocte. There is no such way to be observed at any other time of the year (that I can perceive), nor any other way at that time to be perceived darting up elsewhere. And I believe, it hath been, and will be constantly visible at that time of the year. But what the cause of it in nature should be, I cannot yet imagine, but leave it to further enquiry.“ Childrey, Britannia Baconica 1661 p. 183. Dies ist die erste Ansicht und einfache Beschrei-

bung der Erscheinung (Cassini, Déconverte de la lumière céleste qui paroît dans le zodiaque in den Mém. de l'Acad. T. VIII. 1730 p. 276. Airan, Traité phys. de l'Aurore boréale 1754 p. 16). In dem eben angeführten sonderbaren Buche von Childrey finden sich auch schon (p. 91) sehr verständige Angaben über die Epoche des Eintretens der Maxima und Minima in der Vertheilung der Jahreswärme, wie in dem Gange der täglichen Temperatur; Angaben über Verspätung der Extreme des Effects in den meteorologischen Processen. Leider lehrt aber auch (p. 148) der baconisch-philosophirende Kaplan des Lord Henry Somerset (wie Bernardin de St. Pierre), daß die Erde an den Polen zugespitzt sei. Sie war ursprünglich, sagt er, kugelförmig, aber die ununterbrochen fortschreitende Zunahme der Eisdichten an beiden Polen verändert die Figur des Erdbörpers; und da das Eis sich aus Wasser bildet, nimmt die Wassermenge überall ab.

Zeit der berühmte Reisende Chardin in Persien sahen (die Hofastrologen zu Isfahan nannten das von ihnen nie zuvor gesehene Licht *nyzek*, eine kleine Lanze), war nicht, wie man oft behauptet hat*), das Thierkreislicht, sondern der ungeheure Schweif eines Cometen, dessen Kopf sich in den Dünsten des Horizonts verbarg, und der selbst der Lage und Erscheinung nach viel ähnliches mit dem großen Cometen von 1843 hatte. Mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit kann man vermuthen, daß das merkwürdige von der Erde pyramidal aufsteigende Licht, welches man auf der Hochebene von Mexico 1509, vierzig Nächte lang, am östlichen Himmel beobachtete und dessen Erwähnung ich in einem alt-aztekischen Manuscripte der königl. Pariser Bibliothek, im Codex Telleriano-Remensis †), aufgefunden, das Thierkreislicht war.

Die in Europa von Chibrey und Dominicus Cassini entdeckte und doch wohl uralte Erscheinung ist nicht die leuchtende Sonnen-Atmosphäre selbst, welche nach mechanischen Gesetzen nicht abgeplatteter als im Verhältniß von 2 : 3, und demnach nicht ausgebehnter als bis $\frac{1}{20}$ der Merkursweite sein könnte. Eben diese Gesetze bestimmen, daß bei einem rotirenden Weltkörper, über seinem Aequator, die Höhe der äußersten Grenze der Atmosphäre, der Punkt nämlich, wo Schwere und Schwingkraft im Gleichgewicht sind, nur die ist, in welcher ein Satellit gleichzeitig mit der Achsendrehung des Weltkörpers um diesen laufen würde ‡). Eine solche Beschränktheit der Sonnen-Atmosphäre in ihrem jetzigen

*) Dominicus Cassini (Mém. de l'Acad. T. VIII. 1730 p. 188) und Mairan (Aurore bor. p. 16) haben selbst die Behauptung aufgestellt, daß das 1668 in Persien gesehene Phänomen das Zodiacallicht gewesen sei. Delambre (Hist. de l'Astron. moderne T. II. p. 742) schreibt die Entdeckung dieses Lichtes bestimmt dem berühmten Reisenden Chardin zu; aber sowohl im Couronnement de Soliman, als in mehreren Stellen seiner Reisebeschreibung (éd. de Langlès T. IV. p. 326, T. X. p. 97) erwähnt Chardin als *nizouk* (*nyzek*) oder *petite lance* nur: „la grande et fameuse comète qui parut presque par toute la terre en 1668 et dont la tête étoit cachée dans l'occident de sorte qu'on ne pouvoit en rien apercevoir sur l'horizon d'Isfahan.“ (Atlas du Voyage de Chardin Tab. IV. nach den Beobachtungen in Schirass. Der Kopf oder Kern dieses Cometen ist aber in Brasilien und in Indien gesehen worden (Vingré, Cosmogr. T. II. p. 22). Ueber die Vermuthung der Identität des letzten großen Cometen vom März 1843 mit dem, welchen Cassini für das Zodiacallicht hielt, s. Schum. Astr. Nachr. 1843 Nr. 476 und 480. Im Persischen werden *nizchi* *ateschin* (feurige Spieße oder Lanzen) auch für die Strahlen der auf- oder untergehenden Sonne gebraucht, wie *nayazik* nach Freitag's arabischem Verizen *stellae cadentes* bedeutet. Die Vergleichung der Cometen mit Lanzen und Schwertern war übrigens besonders dem Mittelalter in allen Sprachen sehr gewöhnlich. Selbst der große Comet, welcher vom April bis Junius 15000 gesehen wurde, heißt bei den italienischen Schriftstellern der Zeit immer il Signor Astone (s. mein Examen critique de l'Hist. de la Géographie T. V. p. 80). — Die vielfach geäußerten Vermuthungen, daß Descartes (Cassini p. 230, Mairan p. 16) oder gar Kepler (Delambre T. I. p. 601) das Zodiacallicht gefannt hätten, scheinen mir ganz unhaltbar. Descartes (Principes III. art. 136. 137.) spricht auf eine sehr dunkle Weise, wie Cometen Schweife entstehen: „par des rayons obliques qui, tombant sur diverses parties des orbes planétaires, viennent des parties latérales à notre oeil par une refraction extraordinaire;“ auch wie Morgens und Abends Cometen Schweife „comme une longue poutre“ gesehen werden könnten, wenn die Sonne zwischen dem Cometen und der Erde steht. Diese Stelle ist so wenig auf das Zodiacallicht zu deuten, als das, was Kepler (Epit. Astron. Coper-

nicae T. I. p. 57 und T. II. p. 893) von der Existenz einer Sonnen-Atmosphäre (*limbus circa solem, coma lucida*) sagt, welche in totalen Sonnenfinsternissen hinbricht, „daß es ganz Nacht werde.“ Noch unsicherer oder vielmehr irriger ist die Behauptung, daß die „trabes quas doctores vocant,“ (Plin. II. 26 und 27) eine Andeutung des jungenförmig aufsteigenden Zodiacallichts seien, wie Cassini (p. 231 art. XXXI.) und Mairan (p. 15) vorgeben. Ueberall bei den Alten sind die *trabes* mit Völkern (*ardores et faces*) und anderen feurigen Meteoron in Verbindung gesetzt, auch wohl gar mit den langbärtigen Cometen. Ueber *doctores*, *doctas*, *doctus* s. Schäfer Schol. Par. ad Apoll. Rhod. 1813 T. II. p. 206; Pseudo-Aristot. de Mundo 2, 9; Comment. Alex., Joh. Philop. et Olymp. in Aristot. Meteor. lib. I. cap. VII. 3 p. 159, Jhesler; Seneca, Nat. Quaest. I. 1.

†) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 301. Das seltene Manuscript, welches dem Erzbischof von Rheims, Le Tellier, gehört hat, enthält sehr verschiedenartige Auszüge aus einem aztekischen Ritualbuche, aus einem astrologischen Kalender und aus historischen Annalen von 1197 — 1549. Die letztgenannten geben zugleich Naturerscheinungen, Epochen der Erdbeben, Cometen, wie die von 1490 und 1529, und für die mexicanische Chronologie wichtige Sonnenfinsternisse an. In der handschriftlichen Historia de Tlascalana, von Camargo, wird das in Osten bis fast zum Zenith aufsteigende Licht sonderbar genug „funkelnd und wie die mit Sternen besetzt“ genannt. Auf vulkanische Ausbrüche des Popocatepetl, der sehr nahe in Südosten liegt, paßt die Beschreibung der vierzigtagigen Erscheinung gar nicht (Prescott, Hist. of the Conquest of Mexico Vol. I. p. 284). Neuere Commentatoren haben diese Erscheinung, die Montezuma als eine der ihm Unglück verheißenden anah, mit der „estrella que humeava“ (eigentlich: welche sprubelte; mericanisch *cholova*, springen und sprubeln) verwechselt. Ueber den Zusammenhang dieses Dampfes mit dem Stern Citlal Choloah (Venus) und dem Sternberge (Citlal-tepetl, dem Vulkan von Orizaba) s. meine Monumens T. II. p. 303.

‡) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 270; Mécanique celeste T. II. p. 169 und 171. Schäfer Astr. Ab. III. 2, 206.

concentrirten Zustande wird besonders auffallend, wenn man den Centralkörper unsers Systems mit dem Kern anderer Nebelsterne vergleicht. Herschel hat mehrere aufgefunden, in denen der Halbmesser des Nebels, welcher den Stern umgiebt, unter einem Winkel von $150''$ erscheint. Bei der Annahme einer Parallaxe, die nicht ganz $1''$ erreicht, findet man die äußerste Nebelschicht eines solchen Sternes 150mal weiter von seinem Centrum entfernt, als es die Erde von der Sonne ist. Stände der Nebelstern also an der Stelle unserer Sonne, so würde seine Atmosphäre nicht bloß die Uranusbahn einschließen, sondern sich noch achtmal weiter als diese erstrecken*).

Unter der eben geschilderten engen Begrenzung der Sonnen-Atmosphäre, ist mit vieler Wahrscheinlichkeit als materielle Ursach des Zodiacallichtes die Existenz eines zwischen der Venus- und Marsobahn frei im Weltraume kreisenden, sehr abgeplatteten Ringes †) dunstartiger Materie zu betrachten. Von seinen eigentlichen körperlichen Dimensionen, von seiner Vergrößerung ‡) durch Ausströmung der Schweife vieler Myriaden von Cometen, die in die Sonnennähe kommen, von der sonderbaren Veränderlichkeit seiner Ausdehnung, da er bisweilen sich nicht über unsere Erdbahn hinaus zu erstrecken scheint, endlich von seinem muthmaßlichen inneren Zusammenhange mit dem in der Nähe der Sonne mehr condensirten Weltstoffe ist wohl für jetzt nichts sicheres zu berichten. Die dunstförmigen Theilchen, aus welchen der Ring besteht und die nach planetarischen Gesezen um die Sonne circuliren, können entweder selbstleuchtend oder von der Sonne erleuchtet sein. Selbst ein irdischer Nebel (und diese Thatsache ist sehr merkwürdig) hat sich 1743, zur Zeit des Neumondes, mitten in der Nacht so phosphorisch erwiesen, daß man Gegenstände in 600 Fuß Entfernung ||) deutlich erkennen konnte.

In dem Tropenklima von Süd-Amerika hat mich bisweilen die veränderliche Lichtstärke des Zodiacalscheins in Erstaunen gesetzt. Da ich mehrere Monate lang, an den Flußufern und in den Grasebenen (Llanos), die heiteren Nächte in freier Luft zubachte, so hatte ich Gelegenheit, die Erscheinung mit Sorgfalt zu beobachten. Wenn das Zodiacallicht eben am stärksten gewesen war, so würde es bisweilen wenige Minuten nachher merklich geschwächt, bis es plötzlich in seinem vollen Glanze wieder auftrat. In einzelnen Fällen glaubte ich, — nicht etwa eine röthliche Färbung, oder eine untere bogenförmige Verbundlung, oder gar ein Funkenprühen, wie es Mairan angiebt, — wohl aber eine Art von Zucken und Flimmern zu bemerken. Gehen dann Proceße in dem Dunstringe selbst vor? oder ist es nicht wahrscheinlicher, daß, während ich an den meteorologischen Instrumenten, nahe am Boden in der unteren Luftregion, keine Veränderung der Wärme oder Feuchtig-

*) Arago im *Annuaire* 1842 p. 408. Vergl. Sir John Herschel's Betrachtungen über Volum und Lichtschwäche der planetarischen Nebelflecke in *Mary Somerville, Connexion of the Phys. Sciences* 1835 p. 108. Die Meinung, daß die Sonne ein Nebelstern sei, dessen Atmosphäre die Erscheinung des Zodiacallichtes darbietet, ist nicht von Dominicus Cassini, sondern zuerst 1731 von Mairan aufgestellt worden. (*Traité de l'Aurore bor.* p. 47 und 263. Arago im *Annuaire* 1842 p. 412.) Es war eine Erneuerung Kepler'scher Ansichten.

†) Schon Dominicus Cassini nahm, wie später Laplace, Schubert und Poisson, zur Erklärung der Gestalt des Zodiacallichtes die Hypothese eines abgeplatteten Ringes an. Er sagt bestimmt: „si les orbites de Mercure et de Venus étoient visibles (matériellement dans toute l'étendue de leur surface), nous les verrions habituellement de la même figure et dans la même disposition à l'égard du Soleil et aux mêmes tems de l'année que la lumière zodiacale.“ (*Mém. de l'Acad. T. VIII, 1730 p. 218* und *Biot in den Comptes rendus* 1836 T. III, p. 666.) Cassini glaubte, daß der dunstförmige Ring des Zodiacallichtes aus einer Unzahl kleiner planetenartiger Körper, die um

die Sonne kreisen, zusammengesetzt sei. Er war selbst nicht abgeneigt zu glauben, daß der Fall von Feuerfugeln mit dem Durchgang der Erde durch den Zodiacal-Nebel-Ring zusammen hangen könne. Olmsted und vorzüglich Biot (a. a. O. p. 673) haben diesen Zusammenhang mit dem November-Phänomen zu ergründen gesucht, einen Zusammenhang, den Olmsted bezweifelt. (*Schum. Jahrbuch* 1837 S. 281.) Ueber die Frage, ob die Ebene des Zodiacallichts mit der Ebene des Sonnen-Aequators vollkommen zusammenfällt, s. Souzeau in *Schum. Astr. Nachr.* 1843 Nr. 492. S. 190.

‡) Sir John Herschel, *Astron.* § 487.

||) Arago im *Annuaire* 1832 p. 246. Mehrere physikalische Thatsachen scheinen anzudeuten, daß bei einer mechanischen Trennung der Materie in die kleinsten Theilchen, wenn die Masse sehr gering im Verhältniß zur Oberfläche wird, die electrische Spannung sich bis zur Licht- und Wärmestrahlung erhöhen kann. Versuche mit einem großen Hohlspiegel haben bisher nicht entscheidende Beweise von dem darin strahlender Wärme im Zodiacallichte gegeben. (Lottro de Mr. Matthiessen à Mr. Arago in den *Comptes rendus* T. XVI. 1843 Avril p. 637.)

keit wahrnahm, ja während mir kleine Sterne 5ter und 6ter Größe in gleicher ungeschwächter Lichtstärke zu leuchten schienen, in den obersten Luftschichten Verdichtungen vorgingen, welche die Durchsichtigkeit oder vielmehr die Lichtreflexion auf eine eigenthümliche, uns unbekannte Weise modificirten? Für die Annahme solcher meteorologischen Ursachen an der Grenze unsres Luftkreises sprechen auch die von dem scharfsichtigen Olbers *) beobachteten „Ausfoderungen und Pulsationen, welche einen ganzen Cometen Schweif in wenigen Secunden durchzittern, und bei denen derselbe sich bald um mehrere Grade verlängert, bald darauf wieder verkürzt. Da die einzelnen Theile des Millionen von Meilen langen Schweifes sehr ungleich von der Erde entfernt sind, so können nach den Gesetzen der Geschwindigkeit und Fortpflanzung des Lichts wirkliche Veränderungen in einem, ungeheure Räume ausfüllenden Weltkörper nicht von uns in so kurzen Intervallen gesehen werden.“ Diese Betrachtungen schließen keineswegs die Realität veränderter Ausströmung um die verdichteten Kernhüllen eines Cometen aus, nicht die Realität plötzlich eintretender Aufbeiterungen des Zodiacallichts durch innere Molecularbewegung, durch vermehrte oder verminderte Lichtreflexion in dem Weltdunste des Lichttringes; sie sollen nur aufmerksam machen auf den Unterschied von dem, was der Himmelsluft (dem Weltraume selbst) oder den irdischen Luftschichten zugehört, durch die wir sehen. Was an der ohnedies mannigfaltig bestrittenen oberen Grenze unserer Atmosphäre vorgeht, ist, wie wohl beobachtete Thatfachen zeigen, keineswegs vollständig zu erklären. Die wundersame Erhellung ganzer Nächte, in denen man in den Breiten von Italien und dem nördlichen Deutschlande im Jahr 1831 kleine Schrift um Mitternacht lesen konnte, steht in klarem Widerspruch mit allem, was wir nach den neuesten und schärfsten Untersuchungen über die Crepuscular-Theorie und über die Höhe der Atmosphäre wissen †): Von noch unergründeten Bedingungen hängen Lichtphänomene ab, deren Veränderlichkeit in der Dämmerungsgrenze, wie in dem Zodiacallicht uns in Verwunderung setzt.

Wir haben bis hierher betrachtet, was zu unserer Sonne gehört, die Welt der Gestaltungen, welche von ihr regiert wird, Haupt- und Nebenplaneten, Cometen von kurzer und langer Umlaufszeit, meteorförmige Asteroiden, die sporadisch oder

*) „Was Sie mir von den Lichtveränderungen im Zodiacallichte und den Ursachen sagen, welchen Sie unter den Tropen solche Veränderungen zuschreiben, hat um so mehr mein Interesse erregt, als ich seit langer Zeit, in jedem Frühjahr, besonders aufmerksam auf jene Erscheinung in unsern nördlichen Breiten gewesen bin. Auch ich habe immer geglaubt, daß das Thierfreislicht rotire; aber ich nahm an, daß es sich mit beträchtlich zunehmender Helligkeit ganz bis zur Sonne erstrecke (gegen Poisson's Aeußerung, die Sie mir mittheilen). Den lichten Kranz, der sich bei totalen Sonnenfinsternissen um die verfinsterte Sonne wickelt, habe ich für diesen glänzenbsten Theil des Zodiacallichts gehalten. Ich habe mich überzeugt, daß dieses Licht in einzelnen Jahren sehr verschieden, oft mehrere Jahre hinter einander sehr hell und ausgebebt, oft auch, in anderen Jahren, gar nicht wahrzunehmen ist. Die erste Spur vom Dasein des Zodiacallichts glaube ich in einem Briefe von Rothmann an Tycho zu bemerken, der diesem meldet, er habe im Frühjahr die Tiefe der Sonne unter dem Horizont, bei Ende der Abenddämmerung, 24° gefunden. Gewiß hat Rothmann das Verschwinden des untergehenden Thierfreislichtes in den Dünsten des Abend-Horizonts mit dem wirklichen Ende der Abenddämmerung verwechselt. Aufwallungen habe ich selbst, vermuthlich wegen der Schwäche, womit in unseren Gegenden das Zodiacallicht erscheint, durchaus nicht bemerken können. Sie haben aber gewiß Recht, wenn Sie dergleichen schnelle Lichtveränderungen himmlischer Gegenstände, die Sie in dem Tropen-Klima wahrgenommen, unserer Atmosphäre, vorzüglich den hohen Regionen derselben, zuschreiben. Das zeigt sich am

deutlichsten in den Schweifen großer Cometen. Oft sieht man, besonders bei dem heitersten Wetter, in diesen Schweifen Pulsationen, die vom Kopfe des Cometen, als dem niedrigsten Punkte anfangen und in 1 oder 2 Secunden den ganzen Schweif durchzittern, wobei sich dann der Schweif schnell um einige Grade zu verlängern und gleich wieder zu verkürzen scheint. Daß diese Ausfoderungen, auf die ehemals Robert Hooke und in neueren Zeiten Schröder und Chladni sehr aufmerksam waren, nicht in dem Cometen Schweife selbst vorgehen, sondern durch unsre Atmosphäre hervorgerufen sind, wird klar, wenn man bedenkt, daß die einzelnen Theile der (mehrere Millionen Meilen langen) Cometen Schweife in sehr verschiedenen Abständen von uns liegen, und daß das Licht von ihnen nur in Zeiträumen zu uns gelangen kann, die um mehrere Minuten von einander verschieden sind. Ob, was Sie am Drinoco, nicht in Intervallen von Secunden, sondern von Minuten gesehen, wirkliche Constrictionen des Thierfreislichtes waren, oder ganz und allein den oberen Schichten unsres Lichtkreises zugehörte, will ich nicht entscheiden. Auch weiß ich mir die so merkwürdigen Erhellungen ganzer Nächte, die anomalen Verstärkungen und Verlängerungen der Dämmerung im Jahr 1831 nicht zu erklären, besonders da man bemerkt haben will, daß der hellste Theil dieser sonderbaren Dämmerungen nicht mit dem Orte der Sonne unter dem Horizonte zusammentraf.“ (Aus einem Briefe des Dr. Olbers an mich, Bremen den 26. März 1833.)

†) Bibot, *Traité d'Astron. physique* (3^{em} éd.) 1841 T. I, p. 171, 238 und 312.

in geschlossenen Ringen, wie in Ströme zusammengebrängt, sich bewegen; endlich einen leuchtenden Nebelring, welcher der Erdbahn nahe um die Sonne kreist, und dem, seiner Lage wegen, der Name des Zodiacallichtes verbleiben kann. Ueberall herrscht das Gesetz der Wiederkehr in den Bewegungen, so verschieden auch das Maaß der Wurfgeschwindigkeit oder die Menge der zusammengeballten materiellen Theile ist; nur die Asteroiden, die aus dem Weltraume in unsern Dunstkreis fallen, werden in der Fortsetzung ihres planetarischen Umschwunges gehemmt und einem größeren Planeten angeeignet. In dem Sonnensystem, dessen Grenzen die anziehende Kraft des Centralkörpers bestimmt, werden Cometen bis zu einer Ferne von 44 Uranusweiten in ihrer elliptischen Laufbahn zur Wiederkehr umgelenkt; ja in diesen Cometen selbst, deren Kern uns, bei der geringen Masse, welche sie enthalten, wie ein hinziehendes kosmisches Gewölk erscheint, fesselt dieser Kern, durch seine Anziehung, noch die äußersten Theile des Schweifes in einer viele Millionen Meilen langen Ausströmung. So sind die Centralkräfte die bildenden, gestaltenden, aber auch die erhaltenden Kräfte eines Systems.

Unsere Sonne kann in Beziehung auf alle wiederkehrenden zu ihr gehörigen, großen und kleinen, dichten und fast nebelartigen Weltkörper als ruhend betrachtet werden, doch um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des ganzen Systemes kreisend, welcher bisweilen in sie selbst fällt, d. h. trotz der veränderlichen Stellung der Planeten bisweilen in ihrem körperlichen Umfange beharret. Ganz verschieden von dieser Erscheinung ist die translatorische Bewegung der Sonne, die fortschreitende Bewegung des Schwerpunkts des ganzen Sonnensystems im Weltraume. Sie geschieht mit einer solchen Schnelligkeit*), daß, nach Bessel, die relative Bewegung der Sonne und des 61sten Sterns im Schwan nicht minder, in einem Tage, als 834000 geographische Meilen beträgt. Dieser Ortsveränderung des ganzen Sonnensystems würden wir unbewußt bleiben, wenn nicht durch die bewundernswürdige Genauigkeit der jetzigen astronomischen Meßinstrumente und durch die Fortschritte der beobachtenden Astronomie unser Fortrücken an fernen Sternen, wie an Gegenständen eines scheinbar bewegten Ufers, merklich würde. Die eigene Bewegung des 61sten Sterns im Sternbild des Schwans z. B. ist so beträchtlich, daß sie in 700 Jahren schon bis zu einem ganzen Grade wird angewachsen sein.

Das Maaß oder die Quantität solcher Veränderungen am Fixsternhimmel (Veränderungen in der relativen Lage selbstleuchtender Gestirne gegen einander) ist mit mehr Sicherheit zu bestimmen, als die Erscheinung selbst genetisch zu deuten. Wenn auch schon abgezogen worden, was dem Vorrücken der Nachtgleichen und der Nutation der Erdbachse, als Folge der Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die sphäroidische Gestalt der Erde, was der Fortpflanzung, d. i. Abirrung des Lichtes, und der durch die diametral entgegengesetzte Stellung der Erde in ihrem Umlauf um die Sonne erzeugten Parallaxe zugehört; so ist in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixsterne doch immer noch zugleich enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnensystems im Weltraume und die Folge der eigenen wirklichen Bewegung der Sterne ist. Die schwierige numerische Sonderung dieser beiden Elemente der eigenen und der scheinbaren Bewegung hat man durch die sorgfältige Angabe der Richtungen in der Bewegung der einzelnen Sterne und durch die Betrachtung möglich gemacht, daß, wenn alle Sterne in absoluter Ruhe wären, sie sich perspectivisch von dem Punkt entfernen würden, gegen den die Sonne ihren Lauf richtet. Das Endresultat der Untersuchung, welches die Wahrscheinlichkeits-Rechnung bestätigt, ist gewesen, daß beide, unser Sonnensystem und die Sterne, ihren Ort im Weltraum verändern. Nach der vortrefflichen Untersuchung von Argelander, der (in Albo) die von Wilhelm Herschel und Prevost unternommene Arbeit erweitert†) und anschnlich vervollkommenet

*) Bessel in Schum. Jahrb. für 1839 S. 51; als die doppelte Umlaufgeschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn um die Sonne.
vielleicht 1 Millien Meilen täglich, auf das mindeste in
relativer Geschwindigkeit 834000 Meilen, also mehr

†) Ueber Bewegung des Sonnensystems nach Brab-

hat, bewegt sich die Sonne gegen das Sternbild des Hercules, und zwar sehr wahrscheinlich nach einem Punkte hin, der aus der Combination von 537 Sternen (für das Aequin. von 1792,5) in $257^{\circ} 49,7$ A. R.; $+ 28^{\circ} 49,7$ Decl. liegt. Es bleibt in dieser Classe der Untersuchungen von großer Schwierigkeit, die absolute Bewegung von der relativen zu trennen, und zu bestimmen, was dem Sonnensystem allein zugehört.

Betrachtet man die nicht perspectivischen eigenen Bewegungen der Sterne, so scheinen viele gruppenweise in ihrer Richtung entgegengesetzt; und die bisher gesammelten Thatfachen machen es auf's wenigste nicht nothwendig, anzunehmen, daß alle Theile unserer Sternensicht oder gar der gesammten Sterneneinseln, welche den Weltraum füllen, sich um einen großen, unbekannten, leuchtenden oder dunkeln Centralkörper bewegen. Das Streben nach den letzten und höchsten Grundursachen macht freilich die reflectirende Thätigkeit des Menschen, wie seine Phantasie, zu einer solchen Annahme geneigt. Schon der Stagirite hatte ausgesprochen, daß „alles, was bewegt wird, auf ein Bewegendes zurückführe, und es nur ein unendliches Verschieben der Ursachen wäre, wenn es nicht ein erstes unbeweglich Bewegendes*) gäbe.“

Die gruppenweise so mannigfaltigen Ortsveränderungen der Gestirne, nicht die parallaxischen, der Ortsveränderung des Beobachters unterworfenen, sondern die wirklichen, im Weltraum unausgesetzt fortschreitenden, offenbaren uns auf das unwidersprechlichste, durch eine Classe von Erscheinungen, durch die Bewegung der Doppelsterne, durch das Maas ihrer langsameren oder schnelleren Bewegung in verschiedenen Theilen ihrer elliptischen Bahnen, das Walten der Gravitations-Gesetze auch jenseits unsers Sonnensystems, in den fernsten Regionen der Schöpfung. Die menschliche Neugier braucht nicht mehr auf diesem Felde in unbestimmten Vermuthungen, in der ungemessenen Ideenwelt der Analogien Befriedigung zu suchen. Sie ist durch die Fortschritte der beobachtenden und rechnenden Astronomie endlich auch hier auf sicheren Boden gelangt. Es ist nicht sowohl die Erstaunen erregende Zahl der bereits aufgefundenen, um einen außer ihnen liegenden Schwerpunkt kreisenden, doppelten und vielfachen Sterne (an 2800 bis zum Jahr 1837); es sind die Erweiterung unsers Wissens von den Grundkräften der ganzen Körperwelt, die Beweise von der allverbreiteten Herrschaft der Massenanziehung, welche zu den glänzendsten Entdeckungen unsrer Epoche gehören. Die Umlaufszeit zweifarbiger Doppelsterne bietet die mannigfaltigsten Unterschiede dar; sie erstrecken sich von 43 Jahren, wie in γ der Krone, bis zu mehreren Tausenden, wie bei 66 des Wallfisches, 38 der Zwillinge und 100 der Fische. Seit Herschel's Messungen im Jahr 1782 hat in dem dreifachen Systeme von ϵ des Krebses der nähere Begleiter nun schon mehr als einen vollen Umlauf zurückgelegt. Durch geschickte Combination der veränderten Distanzen und Positionswinkel †) werden die Elemente der Bahnen gefunden, ja Schlüsse über die absolute Entfernung der Doppelsterne von der Erde und die Vergleichung ihrer Masse mit der Masse der Sonne gezogen. Ob aber hier und in unserm Sonnensystem die Quantität der Materie das alleinige Maas der anziehenden Kräfte sei, oder ob nicht zugleich specifische, nicht der Masse proportionale Attractionen wirksam sein können, wie Bessel zuerst erwiesen hat, ist eine Frage, deren factische Lösung der späteren Zukunft vorbehalten bleibt‡).

Icy, Tobias Mayer, Lambert, Palande und William Herschel s. Arago im Annuaire 1842 p. 388—399. Argelander in Schum. Astron. Nachr. Nr. 363. 364. 398. und in der Abhandlung von der eigenen Bewegung des Sonnensystems 1837 S. 43 über den Verfeß als Centralkörper der ganzen Sternsicht; auch Olho Struve im Bull. de l'Acad. de St. Pétersb. 1842 T. X. No. 9. p. 137—139. Nach letzterem wird durch eine spätere Combination für die Richtung der Sonnenbewegung gefunden; $261^{\circ} 23'$ A. R.; $+ 37^{\circ} 36'$ Decl., und im Mittel aus Argelander's und seiner eigenen Arbeit durch eine Combination von 797 Sternen; $259^{\circ} 9'$ A. R.; $+ 34^{\circ} 36'$ Decl.

*) Aristot. de Coelo III, 2 p. 301, Bekker; Phys. XIII, 5 p. 256.

†) Savary in der Connaissance des tems 1830 p. 56 und 163. Ende, Berl. Jahrb. 1832 S. 253 ff. Arago im Annuaire 1834 p. 260—295. John Herschel in Mem. of the Astron. Soc. Vol. V. p. 171.

‡) Bessel, Untersuchung des Theils der planetarischen Störungen, welche aus der Bewegung der Sonne entstehen, in Abh. der Berl. Akad. der Wissensch. 1824 (Mathem. Classe) S. 2—6. Die Frage war angeregt worden durch Johann Tobias Mayer in Comment. Soc. Reg. Gotting. 1804—1808 Vol. XVI p. 31—68.

Wenn wir in der linsenförmigen Sternensicht, zu der wir gehören, unsre Sonne mit den andern sogenannten Fixsternen, also mit andern selbstleuchtenden Sonnen, vergleichen, so finden wir wenigstens bei einigen derselben Wege eröffnet, welche annäherungsweise, innerhalb gewisser äußersten Grenzen, zu der Kenntniß ihrer Entfernung, ihres Volums, ihrer Masse, und der Geschwindigkeit der Ortsveränderung leiten können. Nehmen wir die Entfernung des Uranus von der Sonne zu 19 Erdweiten, d. h. zu 19 Abständen der Sonne von der Erde an, so ist der Centalkörper unsres Planetensystems vom Sterne α im Sternbilde des Centauren 11900, von β im Sternbilde des Schwans fast 31300, von γ im Sternbilde der Leier 41600 Uranusweiten entfernt. Die Vergleichung des Volums der Sonne mit dem Volum der Fixsterne erster Größe ist von einem äußerst unsichern optischen Elemente, dem scheinbaren Durchmesser der Fixsterne, abhängig. Nimmt man nun mit Herschel den scheinbaren Durchmesser des Arcturus auch nur zum zehnten Theil einer Secunde an, so ergibt sich daraus doch der wirkliche Durchmesser dieses Sterns noch eifsmal größer als der der Sonne *). Die durch Bessel bekannt gewordene Entfernung des 61sten Sterns des Schwans hat annäherungsweise zu der Kenntniß der Menge von körperlichen Theilen geführt, welche derselbe als Doppelstern enthält. Ohnerachtet seit Bradley's Beobachtungen der durchlaufene Theil der scheinbaren Bahn noch nicht groß genug ist, um daraus mit Genauigkeit auf die wahre Bahn und den größten Halbmesser derselben schließen zu können; so ist es doch dem großen Königsberger Astronomen †) wahrscheinlich geworden, „daß die Masse jenes Doppelsterns nicht beträchtlich kleiner oder größer ist, als die Hälfte der Masse unsrer Sonne.“ Dies ist das Resultat einer wirklichen Messung. Analogien, welche von der größeren Masse der mondenbegleiteten Planeten unsres Sonnensystems und von der Thatfache hergenommen werden, daß Struve sechsmal mehr Doppelsterne unter den helleren Fixsternen als unter den telescopischen findet, haben andere Astronomen vermuthen lassen, daß die Masse der größeren Zahl der Sternenpaare, im Durchschnitt ‡), die Sonnenmasse übertrifft. Allgemeine Resultate sind hier noch lange nicht zu erlangen. In Bezug auf eigene Bewegung im Weltraume gehört unsre Sonne nach Argelander in die Classe der stark bewegten Fixsterne.

Der Anblick des gestirnten Himmels, die relative Lage der Sterne und Nebelflecke, wie die Vertheilung ihrer Lichtmassen, die landschaftliche Anmuth des ganzen Firmaments, wenn ich mich eines solchen Ausdrucks bedienen darf, hängen im Lauf der Jahrtausende gleichmäßig ab von der eigenen wirklichen Bewegung der Gestirne und Lichtnebel, von der Translation unsres Sonnensystems im Weltraume, von dem einzelnen Aufstodern neuer Sterne und dem Verschwinden oder der plötzlich geschwächten Licht-Intensität der älteren, endlich und vorzüglich von den Veränderungen, welche die Erdoachse durch die Anziehung der Sonne und des Mondes erleidet. Die schönen Sterne des Centaur und des südlichen Kreuzes werden einst in unseren nördlichen Breiten sichtbar werden, während andere Sterne (Sirius und der Gürtel des Orion) dann niedersinken. Der ruhende Nordpol wird nach und nach durch Sterne des Cygnus (β und α) und des Schwans (δ) bezeichnet werden, bis nach 12000 Jahren Vega der Leier als der prachsvollste aller möglichen Polarsterne erscheinen wird. Diese Angaben versinnlichen uns die Größe von Bewegungen, welche in unendlich kleinen Zeittheilen ununterbrochen, wie eine ewige Weltuhr, fortschreiten. Denken wir uns, als ein Traumbild der Phantasie, die Schärfe unserer Sinne übernatürlich bis zur äußersten Grenze des telescopischen Sehens erhöht, und zusammengedrängt, was durch große Zeitabschnitte getrennt ist, so verschwindet urplötzlich alle Ruhe des räumlichen

*) Philos. Transact. for 1803 p. 225. Arago im *Annuaire* 1842 p. 375. Will man sich die etwas früher im Texte bezeichnete Entfernung der Fixsterne bequemer versinnlichen, so erinnere man sich, daß, wenn die Erde von der Sonne in einem Fuß Entfernung angenommen

wird, Uranus 19 Fuß und Vega der Leier 34½ geographische Meilen von der Sonne entfernt ist.

†) Bessel in *Schum. Jahrbuch* 1839 S. 53.

‡) Mädler, *Astr.* S. 476. Derselbe in *Schum. Jahrb.* 1839 S. 95.

Seins. Wir finden die zahllosen Firsterne sich wimmelnd nach verschiedenen Richtungen gruppenweise bewegen; Nebelflecke wie kosmische Gewölke umherziehen, sich verdichten und lösen, die Milchstraße an einzelnen Punkten ausbrechen und ihren Schleier zerreißen; Bewegung eben so in jedem Punkte des Himmelsgewölbes walten, wie auf der Oberfläche der Erde in den keimenden, blättertreibenden, Blüthen entfaltenden Organismen der Pflanzendecke. Der berühmte spanische Botaniker Cavanilles hat zuerst den Gedanken gehabt, „Gras wachsen“ zu sehen, indem er in einem stark vergrößernden Fernrohr den horizontalen Micrometer-Faden bald auf die Spitze des Schößlings einer Bambusa, bald auf die des so schnell sich entwickelnden Blüthenstengels einer amerikanischen Aloe (*Agave americana*) richtete: genau wie der Astronom den culminirenden Stern auf das Fadenkreuz setzt. In dem Gesamtleben der physischen Natur, der organischen wie der siderischen, sind an Bewegung zugleich das Sein, die Erhaltung und das Werden geknüpft.

Das Aufbrechen der Milchstraße, dessen ich oben erwähnte, bedarf hier noch einer besonderen Erläuterung. Wilhelm Herschel, der sichere und bewundernswürdige Führer in diesen Welträumen, hat durch seine Stern-Michungen gefunden, daß die telescopische Breite der Milchstraße eine sechs bis sieben Grad größere Ausdehnung hat, als unsre Sternkarten und der dem unbewaffneten Auge sichtbare Sternschimmer verkündigen*). Die zwei glänzenden Knoten, in welchen die beiden Zweige der Zone sich vereinigen, in der Gegend des Cepheus und der Cassiopea, wie um den Scorpion und Schützen, scheinen eine kräftige Anziehung auf die benachbarten Sterne auszuüben; zwischen β und γ des Schwans aber, in der glanzvollsten Region, zieht sich von 330000 Sternen, die in 5° Breite gefunden werden, die eine Hälfte nach einer Seite, die andere nach der entgegengesetzten hin. Hier vermuthet Herschel den Ausbruch der Schicht†). Die Zahl der unterscheidbaren, durch keinen Nebel unterbrochenen telescopischen Sterne der Milchstraße wird auf 18 Millionen geschätzt. Um die Größe dieser Zahl, ich sage nicht zu fassen, aber mit etwas analogem zu vergleichen, erinnere ich, daß von erster bis sechster Größe am ganzen Himmel nur etwa 8000 Sterne mit bloßem Auge gesehen werden. In dem unfruchtbaren Erstaunen, was Zahl- und Raumgrößen ohne Beziehung auf die geistige Natur oder das Empfindungsvermögen des Menschen erregen, begegnen sich übrigens die Extreme des Räumlichen, die Weltkörper mit dem kleinsten Thierleben. Ein Cubitzoll des Polirschiefers von Bilin enthält, nach Ehrenberg, 40000 Millionen von kieselartigen Panzern der Gallionellen.

Der Milchstraße der Sterne, welcher nach Argelander's schaffinniger Bemerkung überhaupt die helleren Sterne des Firmaments merkwürdig genähert erscheinen, steht beinahe rechtwinklig eine Milchstraße von Nebelflecken entgegen. Die erstere bildet nach Sir John Herschel's Ansichten einen Ring, einen freistehenden, von der linsenförmigen Sternensinsel etwas fernen Gürtel, ähnlich dem Ring des Saturn. Unser Planetensystem liegt excentrisch, der Gegend des Kreuzes näher als dem diametral gegenüberliegenden Punkte der Cassiopea‡). In einem von Messier 1774 entdeckten, aber unvollkommen gesehenen Nebelflecke scheint das Bild unserer Sternschicht und des getheilten Ringes unsrer Milchstraße mit wundervoller Aehnlichkeit gleichsam abgespiegelt§). Die Milchstraße der Nebelflecke gehört nicht unserer Sternschicht selbst an; sie umgiebt dieselbe, ohne physischen Zusammenhang mit ihr, in großer Entfernung, und zieht sich hin, fast in der Gestalt eines größten Kreises, durch die dichten Nebel der Jungfrau (besonders am nörd-

*) Sir William Herschel in den Philos. Transact. for 1817 P. II, p. 328.

†) Arago im Annuaire 1842 p. 459.

‡) Sir John Herschel in einem Briefe aus Felsbuisen vom 13. Januar 1836. Nicholl, Archit. of the Heavens 1833 p. 22. (S. auch einzelne Andeutungen von Sir William Herschel über den sternlosen Raum, der uns in großem Abstände von der Milch-

straße trennt, in den Philos. Transact. for 1817 P. II, p. 328.

§) Sir John Herschel, Astron. § 624. Derselbe in Observations of Nebulae and Clusters of Stars (Transact. 1833 P. II, p. 479 fig. 25): „we have here a brother System bearing a real physical resemblance and strong analogy of structure of our own.“

lichen Flügel), durch das Haupthaar der Berenice, den großen Bären, den Gürtel der Andromeda und den nördlichen Fisch. Sie durchschneidet wahrscheinlich in der Cassiopea die Milchstraße der Sterne, und verbindet ihre sternarmen, durch haufenbildende Kraft verödeten Pole *) da, wo die Sternsicht räumlich die mindere Dichte hat.

Es folgt aus diesen Betrachtungen, daß, während unser Sternhaufe in seinen auslaufenden Aesten Spuren großer, im Laufe der Zeit vorgefallener Umbildungen an sich trägt und, durch secundäre Anziehungspunkte, sich auflösen und zu zerfallen strebt, derselbe von zwei Ringen, einem sehr fernen, der Nebel, und einem näheren, der Sterne, umgeben wird. Dieser letztere Ring (unsere Milchstraße) ist ein Gemisch von nebellosen Sternen, im Durchschnitte von zehnter bis elfter Größe †), einzeln aber betrachtet sehr verschiedenartiger Größe, während isolirte Sternhaufen (Sternschwärme) fast immer den Charakter der Gleichartigkeit haben.

Überall, wo mit mächtigen, raumburchdringenden Fernröhren das Himmelsgewölbe durchforscht ist, werden Sterne, sei es auch nur telescopische 20ster bis 24ster Ordnung, oder leuchtende Nebel gesehen. Ein Theil dieser Nebel würde wahrscheinlich für noch kräftigere optische Werkzeuge sich in Sterne auflösen. Unsere Netzhaut erhält den Eindruck einzelner oder sehr zusammengedrängter Lichtpunkte, woraus, wie Arago neuerlichst gezeigt hat, ganz verschiedene photometrische Verhältnisse der Lichtempfindung ‡) entstehen. Der kosmische Nebel, gestaltet oder formlos, allgemein verbreitet, durch Verdichtung Wärme erzeugend, modificirt wahrscheinlich die Durchsichtigkeit des Weltraums, und vermindert die gleichartige Intensität der Helligkeit, welche nach Halley und Olbers entstehen müßte, wenn jeder Punkt des Himmelsgewölbes, der Tiefe nach, von einer endlosen Reihe von Sternen bedeckt wäre ||). Die Annahme einer solchen Bedeckung widerspricht der Beobachtung. Diese zeigt große ganz sternleere Regionen, Oeffnungen im Himmel, wie Wilhelm Herschel sie nennt, eine im Scorpion, vier Grad breit, eine andere in der Lende des Schlangenträgers. In der Nähe beider, nahe an ihrem Rande, befinden sich auflöseliche Nebelflecke. Der, welcher am westlichen Rande der Oeffnung im Scorpion steht, ist einer der reichsten und zusammengedrängtesten Haufen kleiner Sterne, welche den Himmel zieren. Auch schreibt Herschel der Anziehung und haufenbildenden Kraft dieser Randgruppen ¶) die Oeffnungen selbst als sternleere Regionen zu. „Es sind Theile unserer Sternsicht,“ sagt er in der schönen Lebendigkeit seines Stils, „die bereits große Verwüstung von der Zeit erlitten haben.“ Wenn man sich die hinter einander liegenden telescopischen Sterne wie einen Sternenteppich denkt, der das ganze scheinbare Himmelsgewölbe bedeckt, so sind, glaube ich, jene sternleeren Stellen des Scorpions und des Schlangenträgers wie Röhren zu betrachten, durch die wir in den fernsten Weltraum blicken. Die Schichten des Teppichs sind unterbrochen, andere Sterne mögen auch davor liegen, aber sie sind unerreichbar für unsre Werkzeuge. Der Anblick feuriger Meteore hatte die Alten ebenfalls auf die Idee von Spalten und Rissen (chasmata) in der Himmelsdecke geleitet. Diese Spalten wurden aber nur als vorübergehend betrachtet. Statt dunkel zu sein, waren sie erleuchtet und feurig, wegen des hinterliegenden, durchscheinenden, entzündeten Aethers §). Derham und selbst Huggens schienen nicht abgeneigt, das milde Licht der Nebelflecke auf eine ähnliche Art zu erklären **).

*) Sir Will. Herschel in den Transact. for 1785 P. I. p. 257. Sir John Herschel, Astr. § 616. („The nebulous region of the heavens forms a nebulous milky way composed of distinct nebulae as the other of stars. (Derselbe in einem Briefe an mich vom März 1829.)

†) John Herschel, Astron. § 585.

‡) Arago im Annuaire 1842 p. 282—285, 409—411 und 439—442.

§) Olbers über die Durchsichtigkeit des Weltraums in Bode's Jahrbuch 1826 S. 110—121.

¶) „An opening in the heavens,“ William Herschel in den Transact. for 1785 Vol. LXXV, P. 1. p. 256. Le François Balanbe in der Connaissance des tems pour l'an VIII, p. 383. Arago im Annuaire 1842 p. 425.

§) Aristot. Meteor. II. 5, 1. Seneca, Natur. Quaest. I. 14, 2. „Coelum discessisse“ in Cic. de Divin. I. 43.

**) Arago im Annuaire 1842 p. 429.

Wenn man die, im Durchschnitt uns gewiß näheren Sterne erster Größe mit den nebellosen telescopischen, wenn man die Nebelsterne mit ganz unauflösliehen Nebelflecken, z. B. mit dem der Andromeda, oder gar mit den sogenannten planetarischen Nebeln vergleicht, so drängt sich uns bei Betrachtung so verschiedener Ferne, wie in die Schrankenlosigkeit des Raums versenkt, eine Thatsache auf, welche die Welt der Erscheinungen und das, was ihr ursächlich, als Realität, zum Grunde liegt, abhängig von der Fortpflanzung des Lichtes zeigt. Die Geschwindigkeit dieser Fortpflanzung ist nach Struve's neuesten Untersuchungen 41518 geographische Meilen in einer Secunde, also fast eine Million mal größer als die Geschwindigkeit des Schalles. Nach dem, was wir durch die Messungen von Maclear, Bessel und Struve von den Parallaxen und Entfernungen dreier Jirsterne sehr ungleicher Größe (α Centaur, 61 Schwan, α Lier) wissen, bedarf ein Lichtstrahl 3,94 oder 12 Jahre, um von diesen Weltkörpern zu uns zu gelangen. In der kurzen denkwürdigen Periode von 1572 bis 1604, von Cornelius Gemma und Tycho bis Kepler, loderten plötzlich drei neue Sterne auf, in der Cassiopea, im Schwan und am Fuß des Schlangenträgers. Dieselbe Erscheinung, aber mehrfach wiederkehrend, zeigte sich 1670 im Sternbild des Juchses. In der neuesten Zeit, seit 1837, hat Sir John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung den Glanz des Sternes η im Schiffe von der zweiten Größe bis zur ersten prachtvoll anwachsen sehen*). Solche Begebenheiten des Weltraums gehören aber in ihrer historischen Wirklichkeit anderen Zeiten an als denen, in welchen die Lichterscheinung den Erdbewohnern ihren Anfang verkündigt; sie sind wie Stimmen der Vergangenheit, die uns erreichen. Man hat mit Recht gesagt, daß wir mit unsern großen Fernröhren gleichzeitig vordringen in den Raum und in die Zeit. Wir messen jenen durch diese; eine Stunde Weges sind für den Lichtstrahl 148 Millionen Meilen. Während in der Hesiodischen Theogonie die Dimensionen des Weltalls durch den Fall der Körper ausgedrückt werden („nicht mehr als neun Tage und neun Nächte fällt der eiserne Amboss vom Himmel zur Erde herab“), glaubte Herschel der Vater †), daß das Licht fast zwei Millionen Jahre brauche, um von den fernsten Lichtnebeln, die sein 40füßiger Refractor erreichte, zu uns zu gelangen. Vieles ist also längst verschwunden, ehe es uns sichtbar wird; vieles war anders geordnet. Der Anblick des gestirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar; und so viel man auch den milde leuchtenden Duft der Nebelflecke oder die dämmernd aufglühenden Sternhaufen uns näher rücken und die Tausende von Jahren vermindern will, welche als Maas der Entfernung gelten, immer bleibt es, nach der Kenntniß, die wir von der Geschwindigkeit des Lichts haben, mehr als wahrscheinlich, daß das Licht der fernen Weltkörper das älteste sinnliche Zeugniß von dem Dasein der Materie darbietet. So erhebt sich, auf einfache Prämissen gestützt, der reflectirende Mensch zu ernsten, höheren Ansichten der Naturgebilde, da wo in den tief vom Licht durchströmten Gefilden

„Wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen ‡).“

Aus der Region der himmlischen Gestaltungen, von den Kindern des Uranos, steigen wir nun zu dem engeren Sitz der irdischen Kräfte, zu den Kindern der Gaa, herab. Ein geheimnißvolles Band umschlingt beide Classen der Erscheinungen. Nach der alten Deutung des titanischen Mythos §) sind die Potenzen des Weltlebens, ist die große Erd-

*) Im December 1837 sah Sir John Herschel den Stern η Argo, der bisher als zweiter Größe und ganz unveränderlich erschienen war, schnell bis zur ersten Größe zunehmen. Im Januar 1838 war die Intensität seines Lichtes schon der von α Cent gleich. Nach den neuesten Nachrichten fand Maclear im März 1843 den Stern so glänzend als Canopus; ja, α Orcaus sah ganz dämmernd neben η Argo an.

†) „Hence it follows, that the rays of light of the remotest nebulae must have been almost two millions of years on their way, and that consequently,

so many years ago, this object must already have had an existence in the sidereal heaven, in order to send out those rays, by which we now perceive it.“ William Herschel in den Transact. for 1802 p. 498. John Herschel, Astr. § 590. Arago im Annuaire 1842 p. 334, 359 und 382—385.

‡) Aus dem schönen Sonette meines Bruders: Freiheit und Gesetz (Wilhelm von Humboldt, Gesammelte Werke Bd. IV. S. 358 No. 25).

§) Dtfried Müller, Prolegomena S. 373.

nung der Natur an das Zusammenwirken des Himmels und der Erde geknüpft. Gehört schon seinem Ursprunge nach der Erdball, wie jeder der andern Planeten, dem Centralkörper, der Sonne, und ihrer einst im Nebelringe getrennten Atmosphäre an, so besteht auch noch jetzt durch Licht und strahlende Wärme der Verkehr mit dieser nahen Sonne, wie mit allen fernen Sonnen, welche am Firmamente leuchten. Die Verschiedenheit des Maasses dieser Einwirkungen darf den Physiker nicht abhalten, in einem Naturgemälde an den Zusammenhang und das Walten gemeinsamer, gleichartiger Kräfte zu erinnern. Eine kleine Fraction der tellurischen Wärme gehört dem Weltraume an, in welchem unser Planetensystem fortrückt, und dessen, der eisigen mittleren Polar-Wärme fast gleiche Temperatur, nach Fourier, das Product aller lichtstrahlenden Gestirne ist. Was aber kräftiger das Licht der Sonne im Luftkreise und in den oberen Erdschichten anregt, wie es wärmeerzeugend electriche und magnetische Strömungen veranlaßt, wie es zauberhaft den Lebensfunken in den organischen Gebilden an der Oberfläche der Erde erweckt und wohlthätig nährt: das wird der Gegenstand späterer Betrachtungen sein.

Indem wir uns hier der tellurischen Sphäre der Natur ausschlußweise zuwenden, wenden wir zuerst den Blick auf die Raumverhältnisse des Starren und Flüssigen, auf die Gestalt der Erde, ihre mittlere Dichtigkeit und die partielle Vertheilung dieser Dichtigkeit im Innern des Planeten, auf den Wärmegehalt und die electro-magnetische Ladung der Erde. Diese Raumverhältnisse und die der Materie inwohnenden Kräfte führen auf die Reaction des Inneren gegen das Aeußere unseres Erdkörpers; sie führen durch specielle Betrachtung einer allverbreiteten Naturmacht, der unterirdischen Wärme, auf die, nicht immer bloß dynamischen Erscheinungen des Erdbebens in ungleich ausgedehnten Erschütterungskreisen, auf den Ausbruch heißer Quellen und die mächtigeren Wirkungen vulkanischer Prozesse. Die von unten erschütterte, bald ruckweise und plötzlich, bald ununterbrochen und darum kaum bemerkbar gehobene Erdrinde verändert, im Lauf der Jahrhunderte, das Höhen-Verhältniß der Feste zur Oberfläche des Flüssigen, ja die Gestaltung des Meerbodens selbst. Es bilden sich gleichzeitig, seien es temporäre Spalten, seien es permanente Oeffnungen, durch welche das Innere der Erde mit dem Luftkreise in Verbindung tritt. Der unbekannten Tiefe entquollen, fließen geschmolzene Massen in schmalen Strömen längs dem Abhang der Berge hinab, bald ungestüm, bald langsam und sanft bewegt, bis die feurige Erduelle versiegt und die Lava unter einer Decke, die sie sich selbst gebildet, Dämpfe ausstoßend, erstarrt. Neue Felsmassen entstehen dann unter unseren Augen, während daß die älteren, schon gebildeten durch plutonische Kräfte umgewandelt werden, seltener in unmittelbarer Berührung, öfter in wärmestrahlennder Nähe. Auch da, wo keine Durchdringung statt findet, werden die krystallinischen Theilchen verschoben und zu einem dichteren Gewebe verbunden. Bildungen ganz anderer Natur bieten die Gewässer dar: Concretionen von Thier- und Pflanzenresten, von erdigen, kalk- und thonartigen Niederschlägen, Aggregate fein zerriebener Gebirgsarten, überdeckt mit Lagen kieselgepanzelter Infusorien und mit knochenhaltigem Schuttlande, dem Sitze urweltlicher Thierformen. Was auf so verschiedenen Wegen sich unter unseren Augen erzeugt und zu Schichten gestaltet, was durch gegenseitigen Druck und vulkanische Kräfte mannigfach gestürzt, gekrümmt oder aufgerichtet wird, führt den denkenden, einfachen Analogien sich hingebenden Beobachter auf die Vergleichung der gegenwärtigen und der längst vergangenen Zeit. Durch Combination der wirklichen Erscheinungen, durch ideale Vergrößerung der Raumverhältnisse wie des Maasses wirkender Kräfte gelangen wir in das lange ersuchte, dunkel geahndete, erst seit einem halben Jahrhundert festbegründete Reich der Geognosie.

Man hat scharfsinnig bemerkt, „daß wir, trotz des Beschauens durch große Fernröhre, in Hinsicht der andern Planeten (den Mond etwa abgerechnet) mehr von ihrem Innern als von ihrem Aeußeren wissen.“ Man hat sie gewogen und ihr Volum gemessen;

man kennt ihre Masse und ihre Dichte, beide (Dank sei es den Fortschritten der beobachtenden und der rechnenden Astronomie!) mit stets wachsender numerischer Genauigkeit. Ueber ihrer physischen Beschaffenheit schwebt ein tiefes Dunkel. Nur auf unserm Erdkörper setzt uns die unmittelbare Nähe in Contact mit allen Elementen der organischen und anorganischen Schöpfung. Die ganze Fülle der verschiedenartigsten Stoffe bietet in ihrer Mischung und Umbildung, in dem ewig wechselnden Spiel hervorgerufener Kräfte dem Geiste die Nahrung, die Freuden der Erforschung, das unermessliche Feld der Beobachtung dar, welche der intellectuellen Sphäre der Menschheit, durch Ausbildung und Erstarfung des Denkvermögens, einen Theil ihrer erhabenen Größe verleiht. Die Welt sinnlicher Erscheinungen reflectirt sich in den Tiefen der Ideenwelt; der Reichthum der Natur, die Masse des Unterscheidbaren geben allmählig in eine Vernunftserkenntniß über.

Hier berühre ich wieder einen Vorzug, auf welchen ich schon mehrmals hingewiesen, den Vorzug des Wissens, das einen heimathlichen Ursprung hat, dessen Möglichkeit recht eigentlich an unsere irdische Existenz geknüpft ist. Die Himmelsbeschreibung, von den fern schimmernden Nebelsternen (mit deren Sonnen) bis herab zu dem Centralkörper unsres Systemes, fanden wir auf die allgemeinen Begriffe von Volum und Quantität der Materie beschränkt. Keine Lebensregung offenbart sich da unseren Sinnen. Nur nach Aehnlichkeiten, oft nach phantasiereichen Combinationen hat man Vermuthungen über die specifische Natur der Stoffe, über ihre Abwesenheit in diesem oder jenem Weltkörper gewagt. Die Heterogenität der Materie, ihre chemische Verschiedenheit, die regelmäßigen Gestalten, zu denen ihre Theile sich krystallinisch und körnig an einander reihen; ihr Verhalten zu den eindringenden, abgelenkten oder getheilten Lichtwellen, zur strahlenden, durchgeliteten oder polarisirten Wärme, zu den glanzvollen oder unsichtbaren, aber darum nicht minder wirksamen Erscheinungen des Electro-Magnetismus: diesen unermesslichen, die Weltanschauung erhöhenden Schatz physischer Erkenntniß verdanken wir der Oberfläche des Planeten, den wir bewohnen; mehr noch dem starren als dem flüssigen Theile derselben. Wie diese Erkenntniß der Naturdinge und Naturkräfte, wie die unermessliche Mannigfaltigkeit objectiver Wahrnehmung die geistige Thätigkeit des Geschlechts und alle Fortschritte seiner Bildung gefördert, ist schon oben bemerkt worden. Diese Verhältnisse bedürfen hier eben so wenig einer weiteren Entwicklung, als die Verkettung der Ursachen jener materiellen Macht, welche die Beherrschung eines Theils der Elemente einzelnen Völkern verliehen hat.

Wenn es mir oblag, auf den Unterschied aufmerksam zu machen, der zwischen der Natur unseres tellurischen Wissens und unserer Kenntniß der Himmelsräume und ihres Inhalts statt findet, so ist es auf der andern Seite auch nöthig, hier die Beschränktheit des Raumes zu bezeichnen, von welchem unsere ganze Kenntniß von der Heterogenität der Stoffe hergenommen ist. Dieser Raum wird ziemlich uneigentlich die Rinde der Erde genannt; es ist die Dide der der Oberfläche unseres Planeten nächsten Schichten, welche durch tiefe spaltenartige Thäler oder durch die Arbeit der Menschen (Bohrlöcher und bergmännische Grubenbaue) aufgeschlossen sind. Diese Arbeiten*) erreichen in senkrechter Tiefe nicht

*) Bei den tiefsten Arbeiten der Menschen im Inneren der Erde ist zu unterscheiden zwischen der absoluten Tiefe (unter der Oberfläche der Erde an dem Punkte, wo die Arbeit begonnen ist) und der relativen Tiefe (h. i. der unter dem Spiegel des Meeres). Die größte relative Tiefe, welche die Menschen bisher erreicht haben, ist vielleicht das Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preussisch Minden; sie betrug im Juni 1844 genau 1873½ Par. Fuß (607^m, 4); die absolute Tiefe war 2094½ Fuß (680^m). Die Temperatur des Wassers im Tiefsten stieg damals auf 32° 7 cent., was bei der Annahme von 9°, 6 mittlerer Luftwärme eine Wärmezunahme von 1° auf 29°, 6 giebt. Der artesischen Brunnen von Grenelle bei Paris hat nur 1683 Fuß (547^m) absolute Tiefe. Nach den Berichten des Missionars Im-

bert aus China wird die Tiefe unserer artesischen Brunnen von der der Feuerbrunnen, So-tsing, weit übertroffen, welche man abteuft, um sich Wasserstoffgas zu verschaffen, das zum Salzgießen angewendet wird. In der chinesischen Provinz Sü-tschuan sollen diese Feuerbrunnen sehr gewöhnlich die Tiefe von 1800 bis 2000 Fuß erreichen; ja, bei Tseu-tseu-tsing (Ort des Summerfließens) soll ein Bohrloch, mit dem Seile im Jahre 1812 gebohrt, 3000 Fuß tief sein (Humboldt, Asie centrale T. II, p. 521 und 525. Annales de l'Association de la Propagation de la Foi 1829 No. 16 p. 369). Die relative Tiefe, welche man zu Monte Massi in Toscana, südlich von Volterra, erreicht hat, beträgt nach Montecci nur 1175 Fuß (382^m). Dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk kommt an relativer Tiefe

viel mehr als zweitausend Fuß (weniger als $\frac{1}{11}$ Meile) unter dem Niveau der Meere, also nur $\frac{1}{9000}$ des Erdbalbmessers. Die krystallinischen Massen, durch noch thätige Vulkane ausgeworfen, meist unsern Gekirgsarten der Oberfläche ähnlich, kommen aus unbestimmten, gewiß 60mal größeren absoluten Tiefen, als die sind, welche die menschlichen Arbeiten erreicht haben. Auch da, wo Steinkohlenschichten sich einsenkten, um in einer durch genaue Messung bestimmten Entfernung wieder aufzusteigen, kann man die Tiefe der Mulde in Zahlen angeben. Solche Einsenkungen erweisen, daß Steinkohlenslöße sammt den vorweltlichen organischen Ueberresten, die sie enthalten (in Belgien z. B.), mehrfach *) fünf-

wahrscheinlich sehr nahe das Kohlenbergwerk zu Newcastle bei Newcastle under Lyme (Staffordshire). Man arbeitet dort 725 Yards oder 2045 Par. Fuß unter der Oberfläche (Thomas Smith, Miner's Guide 1836, p. 160). Leider ist mir die Höhe der Hängebank über dem Meerespiegel nicht genau bekannt. Die relative Tiefe der Grube Mont Bearmouth bei Newcastle ist nur 1404 Fuß (Phillips im Peilos. Magaz. Vol. V, 1834 p. 446), die der Lütticher Steinkohlengrube Espérance zu Seraign nach Herrn Berghauptmann von Dechen 1271 Fuß, die ehemalige der Steinkohlengrube Warthage bei Val St. Lambert im Naasbache nach dem Ingenieur des Mines Herrn Gernert 1157 Fuß. Die absolut tiefsten Arbeiten, welche die Menschen unternommen haben, sind meist in so hohen Gebirgsgebieten oder so hohem Thalboden angesetzt worden, daß dieselben entweder gar nicht das Niveau des Meeres erreicht haben oder zu einer sehr geringen Tiefe unter dieses Niveau gelangt sind. So hatte einst der jetzt unfahrbare Eisenbahn zu Rutenberg in Böhmen die ungeheure absolute Tiefe von 3545 Fuß (Fr. A. Schmidt, Berggesch. der österr. Mon. Abth. I, Bd. I, S. XXXII). Auch zu St. Daniel und beim Geist am Röderbühl (Landgericht Rißbühl) waren im 16ten Jahrh. die Baue 2916 Fuß tief. Man bewahrt noch die Grubenrisse der Arbeiten am Röderbühl vom Jahre 1539. Joseph von Sverges, Tyroler Bergwerksgeschichte S. 121. Vergl. auch Humboldt, Gutachten über Verantwortung des Meißner Stollens in die Freiburger Erzgrube, abgedruckt in Herber über den jetzt begonnenen Erbstollen 1838 S. CXXIV. Man könnte glauben, daß die Kunde von der außerordentlichen Tiefe des Röderbühl früh nach England gelangt war; denn in Gilbert de Magnete finde ich die Behauptung, daß der Mensch 2400 bis 3000 Fuß tief in die Erdrinde gebrungen sei. („Exigua videtur terrae portio, quae unquam hominibus spectanda emergit aut eruitur: cum profundius in ejus viscera, ultra efflorescentis extrematis corruptelam, aut propter aquas in magnis fodinis, tanquam per venas scaturientes, aut propter aeris salubrioris ad vitam operatorum sustinendam necessarii defectum, aut propter ingentes sumptus ad tantos labores exantlandos, multasque difficultates, ad profundiores terrae partes penetrare non possumus; adeo ut quadringentas aut [quod rarissime] quingentas orgyas in quibusdam metallis descendendo, stupendus omnibus videatur conatus.“) Guilielmi Gilberti, Colceatrensis, de Magnete Physiologia nova. Lond. 1600 p. 40.) Die absoluten Tiefen der Bergwerke im sächsischen Erzgebirge bei Freiberg sind im Thurnhofer Jahr 1824 Fuß, im Hohenbirker Jahr 1714 Fuß; die relativen Tiefen erreichen nur 628 und 260 Fuß, wenn man, um die Höhe der Hängebänke jedes Schachts über dem Meere zu finden, die Höhe von Freiberg, nach Reich's neuer Bestimmung, zu 1191 Fuß annimmt. Die absolute Tiefe der auch durch Reichthum berufenen Grubenbaue zu Joachimsthal in Böhmen (Verkreuzung des Jung Häuer Zechen- und Andreasganges) hat volle 1989 Fuß erreicht; so daß, wenn die Hängebank nach des Herrn von Dechen Messungen ungefähr 2250 Fuß über dem Meere liegt, die Grubenbaue dort noch nicht einmal den Meerespiegel erreicht haben. Am Harz wird auf der Grube Sam-

son zu Andreasberg in 2062 Fuß absoluter Tiefe gebaut. In dem ehemaligen spanischen Amerika kenne ich keine tiefere Grube als die Balenciana bei Guanarato (Mexico), wo ich die absolute Tiefe der Planos de San Bernardo 1582 Fuß gefunden habe. Es fehlen aber den Planos noch 5592 Fuß, um den Meerespiegel zu erreichen. Wenn man die Tiefe der ehemaligen Rutenberger Grubenbaue (eine Tiefe, welche die Höhe unsers Brodens übertrifft und der des Vesuvius nur um 200 Fuß nachsteht) mit der größten Höhe der von Menschen aufgeführten Gebäude (der Pyramide des Cheops und des Strasburger Münsters) vergleicht, so findet man das Verhältniß von 8 zu 1. Bei den vielen unbestimmten und durch falsche Reduction der Maße auf den Pariser Fuß verunstalteten Angaben, welche unsre geognostischen Schriften noch immer enthalten, schien es mir wichtig, in dieser Anmerkung alles zusammenzustellen, was ich Sicheres über die größten absoluten und relativen Tiefen der Grubenbaue und Bohrflöcher habe auffinden können. Wenn man von Jerusalem östlich gegen das todt Meer hinabsteigt, so genießt man einen Anblick, den, nach unserer jetzigen hypsometrischen Kenntniß der Oberfläche unsers Planeten, keine andere Erdgegend darbieten kann; man schreitet, indem man sich dem Spalte naht, in welchem der Jordan fließt, an hellem Tage auf Gesteinsflächen, die nach Bertrou's und Ruzege's barometrischem Nivellement 1300 Fuß in senkrechter Tiefe unter dem Spiegel des Mittelmeers liegen (Humboldt, Asie centrale T. II, p. 323.).

*) Mulden förmig gekrümmte Schichten, die man sich einsenken und in einer zu messenden Entfernung wieder aufsteigen sieht, geben, wenn sie auch in den tiefsten Punkten nicht durch bergmännische Arbeiten erreicht werden, doch sinnliche Kenntniß von der Beschaffenheit der Erdrinde in großen Abständen von der Oberfläche. Angaben dieser Art gewähren demnach ein großes geognostisches Interesse. Ich verdanke die folgenden dem vortheilhaften Geognosten Herrn von Dechen. Er schreibt: „Die Tiefe der Steinkohlen-Mulde zu Lüttich am Mont St. Gilles, welche ich gemeinschaftlich mit unserm Freunde Herrn von Deynhausen zu 3650 Fuß unter der Oberfläche ermittelt habe, liegt, da der Mont St. Gilles gewiß nicht 400 Fuß absolute Höhe hat, an 3250 Fuß unter dem Meerespiegel; die Steinkohlen-Mulde zu Mons liegt sogar noch volle 1750 Fuß tiefer. Alle diese Tiefen sind aber nur als gering gegen die zu betrachten, welche die Lagerungsverhältnisse der Steinkohlenslöße in dem Saar-Revier (Saarbrücken) offenbaren. Ich habe nach wiederholten Aufnahmen gefunden, daß das unterste Kohlenflöz, welches in der Gegend von Duttweiler bekannt ist, bei Bettingen, nordöstlich von Saarlouis, bis 19408 und 20656 Fuß ($\frac{2}{10}$ geogr. Meile) unter dem Meerespiegel verabsteht.“ Dieses Resultat übertrifft noch um 8000 Fuß die Annahme, welche ich im Texte des Kosmos für eine Mulde davonischer Schichten gegeben. Jene Steinkohlenslöße liegen also so tief unter dem Niveau des Meeres, als der Chimborazo über demselben sich erhebt: in einer Tiefe, in welcher die Erdwärme an 224° betragen muß. Von den höchsten Gipfeln des Himalaya bis zu jenen Mulden, welche die Vegetation der Borwelt enthalten, ist demnach ein senkrechter Abstand von 45000 Fuß, d. i. $\frac{1}{400}$ des Erdbalbmessers.

bis sechstausend Fuß unter dem jetzigen Meerespiegel liegen, ja daß der Bergkalt und die devonischen muldenförmig gekrümmten Schichten wohl die doppelte Tiefe erreichen. Vergleicht man diese unterirdischen Mulden nun mit den Verggipfeln, welche bisher für die höchsten Theile der gehobenen Erdrinde gehalten werden, so erhält man einen Abstand von 37000 Fuß (17 $\frac{1}{10}$ Meile), d. i. ungefähr $\frac{1}{254}$ des Erdhalbmessers. Dies wäre in der senkrechten Dimension und räumlichen Aufeinanderlagerung der Gebirgsschichten doch nur der Schwanplatz geognostischer Forschung, wenn auch die ganze Oberfläche der Erde die Höhe des Thawalagiri im Himalaya-Gebirge oder die des Sorata in Bolivia erreichte. Alles, was unter dem Seespiegel tiefer liegt, als die oben angeführten Mulden, als die Arbeiten der Menschen, als der vom Senfblei an einzelnen Stellen erreichte Meeresgrund (noch nicht erreicht in 25400 Fuß von James Ross), ist uns eben so unbekannt wie das Innere der anderen Planeten unseres Sonnensystems. Wir kennen ebenfalls nur die Masse der ganzen Erde und ihre mittlere Dichtigkeit, verglichen mit der der oberen, uns allein zugänglichen Schichten. Wo alle Kenntniß chemischer und mineralogischer Naturbeschaffenheit im Inneren des Erdkörpers fehlt, sind wir wieder, wie bei den fernsten um die Sonne kreisenden Weltkörpern, auf bloße Vermuthungen beschränkt. Wir können nichts mit Sicherheit bestimmen über die Tiefe, in welcher die Gebirgsschichten als zäherweicht oder geschmolzen flüssig betrachtet werden sollen, über die Höhlungen, welche elastische Dämpfe füllen, über den Zustand der Flüssigkeiten, wenn sie unter einem ungeheuern Drucke erglühn, über das Gesetz der zunehmenden Dichtigkeit von der Oberfläche der Erde bis zu ihrem Centrum hin.

Die Betrachtung der mit der Tiefe zunehmenden Wärme im Inneren unseres Planeten, und der Reaction dieses Inneren gegen die Oberfläche hat uns geleitet zu der langen Reihe vulkanischer Erscheinungen. Sie offenbaren sich als Erdbeben, Gas-Ausbrüche, heiße Quellen, Schlamm-Vulkane und Lavaströme aus Eruptions-Kratern; ja die Macht elastischer Kräfte äußert sich auch durch räumliche Veränderung in dem Niveau der Oberfläche. Große Flächen, mannigfaltig gegliederte Continente werden gehoben oder gesenkt, es scheidet sich das Starre von dem Flüssigen; aber der Ocean selbst, von warmen und kalten Strömungen fluschartig durchschnitten, gerinnt an beiden Polen und wandelt das Wasser in dichte Felsmassen um, bald geschichtet und feststehend, bald in bewegliche Bänke zertrümmert. Die Grenzen von Meer und Land, vom Flüssigen und Starren wurden mannigfach und oft verändert. Es oscillirten die Ebenen aufwärts und abwärts. Nach der Hebung der Continente traten auf langen Spalten, meist parallel, und dann wahrscheinlich zu einerlei Zeitperioden, Gebirgsketten empor; salzige Lachen und große Binnenwasser, die lange von denselben Geschöpfen bewohnt waren, wurden gewaltsam geschieden. Die fossilen Reste von Muscheln und Zoophyten bezeugen ihren ursprünglichen Zusammenhang. So gelangen wir, der relativen Abhängigkeit der Erscheinungen folgend, von der Betrachtung schaffender, tief im Inneren des Erdkörpers waltender Kräfte zu dem, was seine obere Rinde erschüttert und ausbricht, was durch Druck elastischer Dämpfe den geöffneten Spalten als glühender Erdstrom (Lava) entquillt.

Dieselben Mächte, welche die Andes- und Himalaya-Kette bis zur Schneeregion gehoben, haben neue Mischungen und neues Gewebe in den Felsmassen erzeugt, umgewandelt die Schichten, die aus vielbelebten, mit organischen Stoffen geschwängerten Flüssigkeiten sich früher niedergeschlagen. Wir erkennen hier die Reihesfolge der Formationen, nach ihrem Alter geschieden und überlagert, in ihrer Abhängigkeit von den Gestaltveränderungen der Oberfläche, von den dynamischen Verhältnissen der hebenden Kräfte, von den chemischen Wirkungen auf Spalten-ausbrechender Dämpfe.

Die Form und Gliederung der Continente, d. h. der trocknen gelegenen, einer üppigen Entwicklung des vegetabilischen Lebens fähigen Theile der Erdrinde, steht in innigem Verkehr und thätiger Wechselwirkung mit dem alles umgrenzenden Meere. In diesem ist

der Organismus fast auf die Thierwelt beschränkt. Das tropfbar-flüssige Element wird wiederum von dem Dunstkreise bedeckt, einem Lufthocean, in welchem die Bergketten und Hochebenen der Feste wie Untiefen aufsteigen, mannigfaltige Strömungen und Temperaturwechsel erzeugen, Feuchtigkeit aus der Wolkenregion sammeln, und so in ihrer geneigten Bodenfläche durch strömendes Wasser Bewegung und Leben verbreiten.

Wenn die Geographie der Pflanzen und Thiere von diesen verwickeltsten Contrasten der Meer- und Ländervertheilung, der Gestaltung der Oberfläche, der Richtung isothermer Linien (Zonen gleicher mittlerer Jahreswärme) abhängt; so sind dagegen die charakteristischen Unterschiede der Menschenstämme und ihre relative numerische Verbreitung über den Erdkörper (der letzte und edelste Gegenstand einer physischen Weltbeschreibung) nicht durch jene Naturverhältnisse allein, sondern zugleich und vorzüglich durch die Fortschritte der Gesittung, der geistigen Ausbildung, der die politische Uebermacht begründenden National-Cultur bedingt. Einige Racen, fest dem Boden anhangend, werden verdrängt und durch gefährvolle Nähe der gebildeteren ihrem Untergange zugeführt; es bleibt von ihnen kaum eine schwache Spur geschichtlicher Kunde; andere Stämme, der Zahl nach nicht die stärkeren, durchschiffen das flüssige Element. Fast allgegenwärtig durch dieses, haben sie allein, obgleich spät erst, von einem Pole zum anderen, die räumliche, graphische Kenntniß der ganzen Oberfläche unsres Planeten, wenigstens fast aller Küstenländer, erlangt.

So ist denn hier, ehe ich in dem Naturgemälde der tellurischen Sphäre der Erscheinungen das Einzelne berühre, im allgemeinen gezeigt worden, wie, nach der Betrachtung der Gestalt des Erdkörpers, der von ihm perpetuirlich ausgehenden Kraft-äußerung des Electro-Magnetismus und der unterirdischen Wärme, die Verhältnisse der Erdoberfläche in horizontaler Ausdehnung und Höhe, der geognostische Typus der Formationen, das Gebiet der Meere (des Tropfbar-Flüssigen) und des Luftkreises, mit seinen meteorologischen Processen, die geographische Verbreitung der Pflanzen und Thiere, endlich die physischen Abstufungen des einigen, überall geistiger Cultur fähigen Menschengeschlechts in Einer und derselben Anschauung vereinigt werden können. Diese Einheit der Anschauung setzt eine Verkettung der Erscheinungen nach ihrem inneren Zusammenhange voraus. Eine bloße tabellariische Aneinanderreihung derselben erfüllt nicht den Zweck, den ich mir vorgesetzt; sie befriedigt nicht das Bedürfniß einer kosmischen Darstellung, welches der Anblick der Natur auf Meer- und Land-Reisen, ein sorgfältiges Studium der Gebilde und Kräfte, der lebendige Eindruck eines Naturganzen unter den verschiedensten Erdsricken in mir erregt haben. Vieles, das in diesem Versuche so überaus mangelhaft ist, wird bei der beschleunigten Zunahme des Wissens, deren sich alle Theile der physikalischen Wissenschaften erfreuen, vielleicht in naher Zukunft berichtigt und vervollständigt werden. Es liegt ja in dem Entwicklungsgange aller Disciplinen, daß das, was lange isolirt gestanden, sich allgemach verkettet und höheren Gesetzen untergeordnet wird. Ich bezeichne nur den empirischen Weg, auf dem ich und viele mir Gleichgesinnte fortschreiten, erwartungsvoll, daß man uns, wie einst, nach Plato's Ausspruch, Sokrates es forderte*), „die Natur nach der Vernunft auslege.“

Die Schilderung der tellurischen Erscheinungen in ihren Hauptmomenten muß mit der Gestalt und den Raumverhältnissen unsres Planeten beginnen. Auch hier darf man sagen: nicht etwa bloß die mineralogische Beschaffenheit, die krystallinisch körnigen oder die dichten, mit Versteinerungen angefüllten Gebirgsarten, nein, die geometrische Gestalt der Erde selbst bezeugt die Art ihrer Entstehung, sie ist ihre Geschichte. Ein elliptisches Rotations-Sphäroid deutet auf eine einst weiche oder flüssige Masse. Zu den ältesten geognostischen Begebenheiten, allen Verständigen lesbar in dem Buch der Natur niedergeschrieben, gehört die Abplattung, wie auch (um ein anderes uns sehr nahes Beispiel anzuführen) die

*) Plato, Phaedo p. 97 (Aristot. Metaph. p. 985). Vergl. Hegel, Philosophie der Geschichte 1840 S. 16.

perpetuiriſche Richtung der großen Aue des Mondſphäroids gegen die Erde, d. h. die vermehrte Anhäufung der Materie auf der Mondhälfte, welche wir ſehen, eine Anhäufung, die das Verhältniß der Rotation zur Umlaufzeit beſtimmt und bis zur älteſten Bildungs-epoche des Satelliten hinaufreicht. „Die mathematiſche Figur der Erde iſt die mit nicht ſtrömendem Waſſer bedeckte Oberfläche derſelben;“ auf ſie beziehen ſich alle geodätiſchen auf den Meeresſpiegel reducirten Gradmeſſungen. Von dieſer mathematiſchen Oberfläche der Erde iſt die phyſiſche, mit allen Zufälligkeiten und Unebenheiten des Starrten, verſchieden*). Die ganze Figur der Erde iſt beſtimmt, wenn man die Quantität der Abplattung und die Größe des Äquatorial-Durchmeſſers kennt. Um ein vollſtändiges Bild der Geſtaltung zu erlangen, wären aber Meſſungen in zwei auf einander ſenkrechteten Richtungen nöthig.

Elf Gradmeſſungen (Beſtimmungen der Krümmung der Erdoberfläche in verſchiedenen Gegenden), von denen neun bloß unſerem Jahrhundert angehören, haben uns die Größe des Erdkörpers, den ſchon Minus^{†)} „einen Punkt im unermefſlichen Weltall“ nennt, kennen gelehrt. Wenn dieſelben nicht übereinſtimmen in der Krümmung verſchiedener Meridiane unter gleichen Breitengraden, ſo ſpricht eben dieſer Umſtand für die Genauigkeit der angewandten Inſtrumente und der Methoden, für die Sicherheit naturgetreuer, partieller Reſultate. Der Schluß ſelbſt von der Zunahme der anziehenden Kraft (in der Richtung vom Äquator zu den Polen hin) auf die Figur eines Planeten iſt abhängig von der Vertheilung der Dichtigkeit in ſeinem Innern. Wenn Newton aus theoretiſchen Gründen, und wohl auch angeregt durch die von Caſſini ſchon vor 1666 entdeckte Abplattung des Jupiter^{‡)}, in ſeinem unſterblichen Werke *Philosophiae Naturalis Principia* die Abplattung der Erde bei einer homogenen Maſſe auf $1/230$ beſtimmte; ſo haben dagegen wirkliche Meſſungen unter dem mächtigen Einfluſſe der neuen vervollkommeneten Analyſe erwieſen, daß die Abplattung des Erdsphäroids, in welchem die Dichtigkeit der Schichten als gegen das Centrum hin zunehmend betrachtet wird, ſehr nahe $1/300$ iſt.

Drei Methoden ſind angewandt worden, um die Krümmung der Erdoberfläche zu ergründen; es iſt dieſelbe aus Gradmeſſungen, aus Pendelſchwingungen und aus gewiſſen Ungleichheiten der Mondbahn geſchloſſen. Die erſte Methode iſt eine unmittelbare geometriſch-aſtronomiſche; in den anderen zweien wird aus genau beobachteten Bewegungen auf die Kräfte geſchloſſen, welche dieſe Bewegungen erzeugen, und von dieſen Kräften auf die Urſache derſelben, nämlich auf die Abplattung der Erde. Ich habe hier, in dem allgemeinen Naturgemälde, ausnahmsweiſe der Anwendung von Methoden erwähnt, weil die Sicherheit derſelben lebhaft an die innige Verkettung von Naturphänomenen in Geſtalt und Kräften mahnt, und weil dieſe Anwendung ſelbſt die glückliche Veranlaſſung geworden iſt, die Genauigkeit der Inſtrumente (der raummeſſenden, der optiſchen und zeitbeſtimmenden)

*) Beſſel, allgemeine Betrachtungen über Gradmeſſungen nach aſtronomiſch-geodätiſchen Arbeiten, am Schluß von Beſſel und Baeſer, Gradmeſſung in Preußen S. 427. (Ueber die früher im Text erwähnte Anhäufung der Materie auf der uns zugekehrten Mondhälfte ſ. Laplace, *Expos. du Syst. du Monde* p. 308.)

†) Min. II, 68. Seneca, *Nat. Quaest. Praef. c. II.* El Mundo es poco (die Erde iſt klein und enge), ſchreibt Columbus aus Jamaica an die Königin Iſabella den 7. Julius 1503; nicht etwa nach den philoſophiſchen Anſichten der ſelben Römer, ſondern weil es ihm vortheilhaft ſchien, zu behaupten, der Weg von Spanien ſei nicht lang, wenn man, wie er ſagte, „den Orient von Weſten her ſuche.“ Vergl. mein *Examen crit. de l'hist. de la Géogr. du 15me siècle* T. I, p. 83 und T. II, p. 327; wo ich zugleich gezeigt habe, daß die von Delisle, Bréret und Goffelin vertheidigte Meinung, nach welcher die übermäßige Verſchiedenheit in den Angaben des Erdperimeters bei den Griechen bloß

ſcheinbar ſei und auf Verſchiedenheit der Stadien beruhe, ſchon im Jahr 1495 von Jaime Ferrer, in einem Vorſchlag über die Beſtimmung der päpſtlichen Demarcationslinie, vorgetragen wurde.

‡) Brewſter, *Life of Sir Isaac Newton* 1831 p. 126: „The discovery of the spheroidal form of Jupiter by Cassini had probably directed the attention of Newton to the determination of the cause, and consequently to the investigation of the true figure of the earth.“ Caſſini fundigte allerdings die Quantität der Abplattung des Jupiter's ($1/15$) erſt 1691 an (*Anciens Memoires de l'Acad. des Sciences* T. II, p. 108); aber wir wiſſen durch La Lande (*Astron. Zane* éd. T. III, p. 335), daß Warabî einige gedruckte Bögen des von Caſſini angefangenen lateiniſchen Werkes „über die Flecke der Planeten“ beſaß, aus welchem zu erſehen war, daß Caſſini bereits vor 1666, alſo 21 Jahre vor dem Erſcheinen von Newton's *Principia*, die Abplattung des Jupiter kannte.

zu schärfen, die Fundamente der Astronomie und Mechanik in Hinsicht auf Mondbewegung und auf Erörterung des Widerstandes, den die Pendelschwingungen erleiden, zu vervollkommen, ja der Analysis eigene und unbetretene Wege zu eröffnen. Die Geschichte der Wissenschaften bietet neben der Untersuchung der Parallaxe der Fixsterne, die zur Aberration und Nutation geführt hat, kein Problem dar, in welchem in gleichem Grade das erlangte Resultat (die Kenntniß der mittleren Abplattung und die Gewißheit, daß die Figur der Erde keine regelmäßige ist) an Wichtigkeit dem nachsteht, was auf dem langen und mühevollen Wege zur Erreichung des Zieles an allgemeiner Ausbildung und Vervollkommenung des mathematischen und astronomischen Wissens gewonnen worden ist. Die Vergleichung von eifs Gradmessungen, unter denen drei außereuropäische, die alte peruanische und zwei ostindische, begriffen sind, hat, nach den strengsten theoretischen Anforderungen von Bessel berechnet, eine Abplattung von $\frac{1}{299}$ gegeben *). Danach ist der Polar-Halbmesser 10938 Toisen, fast $2\frac{1}{2}$ geographische Meilen, kürzer als der Aequatorial-Halbmesser des elliptischen Rotations-Sphäroids. Die Anschwellung unter dem Aequator in Folge der Krümmung der Oberfläche des Sphäroids beträgt also, der Richtung der Schwere nach, etwas mehr als $4\frac{1}{2}$ mal die Höhe des Montblanc, nur $2\frac{1}{2}$ mal die wahrscheinliche Höhe des Dhaulagiri-Gipfels in der Himalaya-Kette. Die Mondsgleichungen (Störungen in der Länge und Breite des Mondes) geben nach den letzten Untersuchungen von Laplace fast dasselbe Resultat der Abplattung ($\frac{1}{299}$) als die Gradenmessungen. Aus den Pendelversuchen folgt im Ganzen †) eine weit größere Abplattung ($\frac{1}{288}$).

Galilei, der während des Gottesdienstes, wahrscheinlich etwas zerstreut, schon als Knabe erkannte, daß durch die Dauer der Schwingungen von Krenleutdern, welche in ungleicher Höhe hingen, die ganze Höhe eines Kirchengewölbes zu messen sei; hatte freilich nicht gehandelt, wie das Pendel einst von Pol zu Pol würde getragen werden, um die Gestalt der

*) Nach Bessel's Untersuchung von zehn Gradmessungen, in welcher der von Puissant aufgefundenen Fehler in der Berechnung der französischen Gradmessung berücksichtigt wurde (Schumacher, Astron. Nachr. 1841 Nr. 438 S. 116), ist die halbe große Axc des elliptischen Rotations-Sphäroids, dem sich die unregelmäßige Figur der Erde am meisten nähert, $3272077\frac{1}{4}$; die halbe kleine Axc $3261139\frac{1}{33}$; die Abplattung $\frac{1}{299.162}$; die Länge des mittleren Meridiangrades $57013\frac{1}{109}$, mit einem Fehler von $+2,8403$; woraus folgt die Länge einer geographischen Meile von $3807\frac{1}{23}$. Frühere Combinationen der Gradmessungen schwanken zwischen $\frac{1}{302}$ und $\frac{1}{297}$; so Walbeck, de forma et magnitudine telluris in demens arcubus meridiani definiendis, $\frac{1}{302.73}$ in 1819; Eb. Schmidt (Vehrbuch der mathem. und phys. Geographie S. V) $\frac{1}{297.48}$ in 1829 und sieben Gradmessungen. Ueber den Einfluß großer Unterschiede der Längen auf die Polar-Abplattung f. Bibliothéque universelle T. XXXIII, p. 181 und T. XXXV. p. 56, auch Connaissance des tems 1829 p. 290. — Aus den Mondgleichungen allein fand Laplace zuerst Exposit. du Syst. du Monde p. 229) nach den älteren Tafeln von Bürg $\frac{1}{304.8}$; später nach den Monds-Beobachtungen von Burckhardt und Bouvard $\frac{1}{298.1}$ Mécanique céleste T. V, p. 13 und 43.

†) Die Pendelschwingungen geben als allgemeines Resultat der großen Expedition von Sabine (1822 und 1823, vom Aequator bis 80° nördl. Breite) $\frac{1}{288.7}$; nach Freycinet, wenn man die Versuchsschreiben von Ile de France, Guam und Newi (Maui) ausschließt, $\frac{1}{288.2}$; nach Foster $\frac{1}{289.6}$; nach Duperrey $\frac{1}{286.4}$; nach Lütke Partio nautique 1836 p. 232) aus 11 Stationen $\frac{1}{289}$. Dagegen folgt aus den Beobachtungen zwischen Formentera und Dünkirchen (Connaissance des tems 1816 p. 330) nach Matthiessen $\frac{1}{288.2}$, und zwischen Formentera bis Insel Unst nach Biot $\frac{1}{304}$. Vergl. Baily, Report on Pendulum Experiments in den Memoirs of the Royal

Astron. Society Vol. VII. p. 69; auch Borenius im Bulletin de l'Acad. de St. Pétersbourg 1843 T. I. p. 25. — Der erste Vorschlag, die Pendellänge zur Raabestimmung anzuwenden und den dritten Theil des Secunden-Pendels (als wäre derselbe überall von gleicher Länge) wie einen pes horarius zum allgemeinen, von allen Völkern immer wiederzufindenden Maße festzusetzen, findet sich in Huygens' Horologium oscillatorium 1673 Prop. 25. Ein solcher Wunsch wurde 1742 in einem öffentlich unter dem Aequator aufgestellten Monumente von Bouguer, La Condamine und Gobin auf's neue ausgesprochen. Es heißt in der eigenen Marmer-tafel, die ich noch unverfehrt in dem ehemaligen Jesuit-Collegium in Quito gesehen habe: Penduli simplicis aequinoctialis unius minuti secundi archetypus, mensurae naturalis exemplar, utinam universalis! Aus dem, was La Condamine in seinem Journal du Voyage à l'Equateur 1751 p. 163 von unausgefüllten Stellen in der Inschrift und einem kleinen Fehler über die Zahlen mit Bouguer sagt, vermuthete ich, beträchtliche Unterschiede zwischen der Marmer-tafel und der in Paris bekannt gemachten Inschrift zu finden. Nach mehrmaliger Vergleichung bemerke ich aber nur zwei ganz unerhebliche: ex arcu graduum $3\frac{1}{2}$ statt ex arcu graduum plus quam trium und statt 1742 die Jahrzahl 1745. Die letztere Angabe ist sonderbar, da La Condamine im November 1744, Bouguer im Juni desselben Jahres nach Europa zurückkamen, auch Gobin Südamerika schon im Julius 1744 verlassen hatte. Die nothwendigste und nützlichste Verbesserung in den Zahlen der Inschrift würde die der astronomischen Länge der Stadt Quito gewesen sein (Sumboldt, Recueil d'Observ. astron. T. II. p. 319—354). Nouet's an ägyptischen Monumenten eingegrabene Breiten geben uns ein neueres Beispiel von der Gefahr, welche eine feierliche Verpetuierung falscher oder unvorsichtig berechneter Resultate darbietet:

Erde zu bestimmen, oder vielmehr um die Ueberzeugung zu geben, daß die ungleiche Dichtigkeit der Erdschichten die Länge des Secunden-Pendels durch verwinkelte, aber in großen Länderstrecken sich fast gleichmäßig äußernde Local-Attractionen afficire. Diese geognostischen Beziehungen eines zeitmessenden Instruments, diese Eigenschaft des Pendels, wie ein Sentblei die unebene Tiefe zuerspähren, ja in vulkanischen Inseln *) oder am Abhänge gehobener continentaler Bergketten †), statt der Höhlungen dicke Massen von Basalt und Melaphyr anzudeuten, erschweren (trotz der bewundernswürdigen Einfachheit der Methode) die Erlangung eines allgemeinen Resultats, die Herleitung der Figur der Erde aus Beobachtung von Pendelschwingungen. Auch in dem astronomischen Theile der Messung eines Breitengrades wirken ablenkend und nachtheilig, doch nicht in gleichem Maaße, Gebirgsketten oder dichtere Schichten des Bodens.

Da die Gestalt der Erde auf die Bewegung anderer Weltkörper, besonders auf die ihres nahen Satelliten, einen mächtigen Einfluß ausübt, so läßt die vervollkommnete Kenntniß der Bewegung des letzteren uns auch wiederum auf die Gestalt der Erde zurückschließen. Demnach hätte, wie Laplace sich sinnig ausdrückt ‡), ein Astronom, „ohne seine Sternwarte zu verlassen, durch Vergleichung der Mondtheorie mit den wirklichen Beobachtungen nicht nur die Gestalt und Größe der Erde, sondern auch ihre Entfernung von der Sonne und vom Monde bestimmen können, Resultate, die erst durch lange und mühevollen Unternehmungen nach den entlegensten Gegenden beider Hemisphären erlangt worden sind.“ Die Abplattung, welche aus den Ungleichheiten des Mondes geschlossen wird, gewährt den Vorzug, daß sie, was einzelne Gradmessungen und Pendelversuche nicht leisten, eine mittlere, dem ganzen Planeten zukommende ist. Mit der Rotations-Geschwindigkeit verglichen, beweist sie dazu die Zunahme der Dichtigkeit der Erdschichten von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt hin, eine Zunahme, welche die Vergleichung der Achsen-Verhältnisse des Jupiter und Saturn mit ihrer Umdrehungszeit auch in diesen beiden großen Planeten offenbart. So berechtigt die Kenntniß äußerer Gestaltung zu Schlüssen über die innere Beschaffenheit der Weltkörper.

*) Ueber die vermehrte Intensität der Anziehung in vulkanischen Inseln (St. Helena, Italien, Fernando de Noronha, Ile de France, Guadalupe, Mowoi und Galapagos), mit Ausnahme der Insel Rawa, vielleicht (Lütke p. 240) wegen ihrer Nähe zu dem hohen Lande von Neu-Guinea, s. Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18me siècle p. 701.

†) Zahlreiche Beobachtungen zeigen auch mitten in den Continenten große Unregelmäßigkeiten der Pendellängen, die man Local-Anziehungen zuschreibt. (Delambre, Mesure de la Méridienne T. III. p. 548; Biot in den Mém. de l'Académie des Sciences T. VIII. 1829, p. 18 u. 23.) Wenn man im südlichen Frankreich und der Lombardei von Westen nach Osten fortgeschreitet, so findet man in Vorbeaur die geringste Intensität der Schwerkraft; und diese Intensität nimmt schnell zu in den östlicher gelegenen Orten, Figeac, Clermont-Ferrand, Mailand und Padua. Die letzte Stadt bietet das Maximum der Anziehung dar. Der Einfluß des südlichen Abhanges der Alpenkette ist nicht bloß der allgemeinen Größe ihres Volums, sondern, wie Elie de Beaumont (Rech. sur les Révol. de la surface du Globe 1830 p. 729) glaubt, am meisten den Melaphyr- und Serpentin-Gesteinen zuzuschreiben, welche die Kette gehoben haben. Am Abhänge des Ararat, der, mit dem Kaukasus, wie im Schwerpunkte des aus Europa, Asien und Afrika bestehenden alten Continents liegt, zeigt Fedorow's so genaue Pendelversuche ebenfalls nicht Höhlen, sondern dicke vulkanische Massen an (Parrat, Reise zum Ararat Bd. II. S. 143). In den geodätischen Operationen von Carlini und Plana in der Lombardei haben sich Unterschiede zwischen den unmittelbaren Breiten-Beobachtungen und

den Resultaten jener Operationen von 20'' bis 47'', 8 gefunden. (S. die Beispiele von Andrate und Mondovi, Mailand und Padua in den Opérations géodés. et astron. pour la mesure d'un arc du parallèle moyen T. II. p. 347; Essmeridi astron. di Milano 1842 p. 57.) Mailand auf Bern reducirt, wie es aus der französischen Triangulation folgt, hat die Breite von 45° 27' 52'', während daß die unmittelbaren astronomischen Beobachtungen die Breite zu 45° 27' 35'' geben. Da die Perturbationen sich in der lombardischen Ebene bis Parma weit südlich vom Po erstrecken (Plana, Opérat. géod. T. II. p. 847), so kann man vermuten, daß selbst in der Bodenbeschaffenheit der Ebene ablenkende Ursachen wirken. Ähnliche Erfahrungen hat Struve in den fläcstlichen Theilen des östlichen Europa's gemacht (Schumacher, Astron. Nachrichten 1830 Nr. 164 S. 399). Ueber den Einfluß von dichten Massen, welche man in einer geringen, der mittleren Höhe der Alpenkette gleichen Tiefe voraussetzt, s. die analytischen Ausdrücke (nach Hossart und Rozet) in den Comptes rendus T. XVIII. 1844 p. 292, welche zu vergleichen sind mit Poisson, Traité de Mécanique (2. éd.) T. I. p. 482. Die frühesten Andeutungen von dem Einfluß der Gebirgsarten auf die Schwingungen des Pendels hat übrigens Thomas Young gegeben in den Philosoph. Transactions for 1819 p. 70—96. Bei den Schlüssen von der Pendellänge auf die Erdkrümmung ist wohl die Möglichkeit nicht zu übersehen, daß die Erdrinde kann früher erhärtet gewesen sein, als metallische und dicke basaltische Massen aus der Tiefe durch offene Gangflüsse eingebracht und der Oberfläche nahe gekommen sind.

‡) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 231.

Die nördliche und südliche Erdhälfte scheinen unter gleichen Breitengraden ungefähr dieselbe Erdkrümmung*) darzubieten; aber Pendelversuche und Gradmessungen geben, wie schon oben bemerkt, für einzelne Theile der Oberfläche so verschiedene Resultate, daß man keine regelmässige Figur angeben kann, welche allen auf diesen Wegen bisher erhaltenen Resultaten genügen würde. Die wirkliche Figur der Erde verhält sich zu einer regelmässigen, „wie die unebene Oberfläche eines bewegten Wassers sich zu der ebenen Oberfläche eines ruhigen verhält.“

Nachdem die Erde gemessen worden ist, mußte sie gewogen werden. Pendelschwingungen und Bleiloth haben ebenfalls dazu gedient, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu bestimmen: sei es, daß man in Vereinigung astronomischer und geodätischer Operationen die Ablenkung des Bleiloths von der Verticale in der Nähe eines Berges suchte, oder durch Vergleichung der Pendellänge in der Ebene und auf dem Gipfel einer Anhöhe, oder endlich durch Anwendung einer Drehwaage, die man als ein horizontal schwingendes Pendel betrachten kann, die relative Dichtigkeit der nahen Erdschichten maß. Von diesen drei Methoden †) ist die letzte die sicherste, da sie unabhängig von der schwierigen Bestimmung der Dichtigkeit der Mineralien ist, aus welchen das sphärische Segment eines Berges besteht, in dessen Nähe man beobachtet. Sie giebt nach den neuesten Versuchen von Reich 5,44; d. h. sie zeigt, daß die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erde so vielmal größer ist, als die des reinen Wassers. Da nun nach der Natur der Gebirgsschichten, welche den trocknen, continentalen Theil der Erdoberfläche bilden, die Dichtigkeit dieses Theils kaum 2,7, die Dichtigkeit der trocknen und oceanischen Oberfläche zusammen kaum 1,6 beträgt, so folgt aus jener Angabe, wie sehr die elliptischen ungleich abgeplatteten Schichten des Inneren durch Druck oder durch Heterogenität der Stoffe gegen das Centrum zu an Dichtigkeit zunehmen. Hier zeigt sich wieder, daß das Pendel, das senkrecht wie das horizontal schwingende, mit Recht ein geognostisches Instrument genannt worden ist.

Aber die Schlüsse, zu welchen der Gebrauch eines solchen Instruments führt, hat berühmte Physiker, nach Verschiedenheit der Hypothesen, von denen man ausging, zu ganz entgegengesetzten Ansichten über die Naturbeschaffenheit des Inneren des Erkörpers geleitet. Man hat berechnet, in welchen Tiefen tropfbar-flüssige, ja selbst luftförmige Stoffe durch den eigenen Druck ihrer auf einander gelagerten Schichten die Dichtigkeit der Platina oder selbst des Iridiums übertreffen würden; und um die innerhalb sehr enger Grenzen bekannte

*) La Caille's Pendelmessungen am Vorgebirge der guten Hoffnung, die Mathieu mit vieler Sorgfalt berechnet hat (Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 479), geben eine Abplattung von $1/234$; aber nach mehrfachen Vergleichen der Beobachtungen unter gleichen Breiten in beiden Hemisphären (Neu-Holland und Malouinen verglichen mit Barcelona, Neu-York und Dünkirchen) ist bisher kein Grund vorhanden, die mittlere Abplattung der südlichen Halbkugel für größer als die der nördlichen zu halten (Biot in den Mém. de l'Acad. des Sciences T. VIII. 1829 p. 39—41).

†) Die drei Beobachtungs-Methoden geben folgende Resultate: 1) durch Ablenkung des Senkbleis in der Nähe des Berges Schallien (galisch Llichallin) in Perthshire 4,713 bei Macfelyne, Sutton und Playfair (1774—1776 und 1810) und einer schon von Newton vorgeschlagenen Methode; 2) durch Pendelschwingung auf Bergen 4,887 (Carlini's Beobachtungen auf dem Mont Cenis verglichen mit Biot's Beobachtungen in Bordeaux, Effemer. astr. di Milano 1824 p. 184); 3) durch die Drehwaage von Cavendish, nach einem ursprünglich von Michell erfundenen Apparate, 5,48 (nach Sutton's Revision der Rechnung 5,32; nach der Revision von Edward Schmidt 5,52: Lehrbuch der math. Geographie Bd. I. S. 187); durch die Drehwaage von Reich 5,44. In der Berechnung dieser mit meistestruftester Genauigkeit von Prof. Reich angestellten Versuche war das ursprüngliche mittlere Resultat 5,43 (mit einem

wahrscheinlichen Fehler von nur 0,0233); ein Resultat, das, um die Größe vermehrt, um welche die Schwerkraft der Erde die Schwerkraft vermindert, für die Breite von Freiberg ($50^{\circ} 55'$) in 5,44 zu verwandeln ist. Die Anwendung von Massen aus Gußeisen statt des Bleies hat keine merkl. den Beobachtungsfehlern nicht mit vollem Rechte zuzuschreibende Verschiedenheit der Anziehung, keine Spuren magnetischer Wirkungen offenbart (Reich, Versuche über die mittlere Dichtigkeit der Erde 1838 S. 60, 62 und 66). Durch die Annahme einer zu kleinen Abplattung der Erde und durch die unsichere Schätzung der Gesteins-Dichtigkeit der Oberfläche hatte man früher die mittlere Dichtigkeit der Erde ebenfalls, wie in den Versuchen auf und an den Bergen, um $\frac{1}{2}$ zu klein gefunden: 4,761 (Laplace, Mécan. cel. T. V. p. 46) oder 4,785 (Eduard Schmidt, Lehrb. der math. Geogr. Bd. I. § 387 und 418). — Ueber die weiter unten (§. 87) angeführte Hallen'sche Hypothese von der Erde als Hohlkugel (dem Reine Franklin'scher Ideen über das Erdbesen) s. Phil. Transact. for the year 1693 Vol. XVII. p. 563 (On the structure of the internal parts of the Earth and the concave habitated arch of the shell). Hallen hält es für des Schöpfers würdiger, „daß der Erdball wie ein Haus von mehreren Stockwerken, von innen und außen bewohnt sei. Für Licht in der Hohlkugel würde auch wohl (p. 576) auf irgend eine Weise gesorgt werden können.“

Abplattung mit der Annahme einer einfachen bis ins Unendliche compressibeln Substanz in Einklang zu bringen, hat der scharfsinnige Leslie den Kern der Erde als eine Hohlkugel beschrieben, die mit sogenannten „unwägbarren Stoffen von ungeheurer Repulsivkraft“ erfüllt wäre. Diese gewagten und willkürlichen Vermuthungen haben in ganz unwissenschaftlichen Kreisen bald noch phantasiereichere Träume hervorgerufen. Die Hohlkugel ist nach und nach mit Pflanzen und Thieren bevölkert worden, über die zwei kleine unterirdisch kreisende Planeten, Pluto und Proserpina, ihr mildes Licht ausgießen. Immer gleiche Wärme herrscht in diesen inneren Erdräumen, und die durch Compression selbstleuchtende Luft könnte wohl die Planeten der Unterwelt entbehrlich machen. Nahe am Nordpol, unter 82° Breite, da wo das Polarlicht ausströmt, ist eine ungeheure Oeffnung, durch die man in die Hohlkugel hinabsteigen kann. Zu einer solchen unterirdischen Expedition sind Sir Humphry Davy und ich vom Capitän Symmes wiederholt und öffentlich aufgefordert worden. So mächtig ist die krankhafte Neigung der Menschen, unbekümmert um das widersprechende Zeugniß wohlbegründeter Thatsachen oder allgemein anerkannter Naturgesetze, ungesebene Räume mit Wundergestalten zu füllen. Schon der berühmte Halley hatte, am Ende des 17ten Jahrhunderts, in seinen magnetischen Speculationen die Erde ausgehöhlt. Ein unterirdisch frei rotirender Kern verursacht durch seine Stellung die tägliche und jährliche Veränderung der magnetischen Abweichung! Was bei dem geistreichen Holberg eine heitere Fictio war, hat man zu unserer Zeit mit langweiligem Ernste in ein wissenschaftliches Gewand zu kleiden versucht.

Die Figur der Erde und der Grad der Starrheit (Dichtigkeit), welchen die Erde erlangt hat, stehen in inniger Verbindung mit den Kräften, die sie beleben, sofern nämlich diese Kräfte nicht von außen her durch die planetarische Stellung gegen einen leuchtenden Centralkörper angeregt oder erweckt sind. Die Abplattung, Folge der auf eine rotirende Masse einwirkenden Schwerkraft, offenbart den früheren Zustand der Flüssigkeit unsres Planeten. Bei dem Erstarren dieser Flüssigkeit, die man geneigt ist als eine dunstförmige, bereits ursprünglich zu einer sehr hohen Temperatur erhitzte anzunehmen, ist eine ungeheure Menge latenter Wärme frei geworden. Tritt der Proceß der Erstarrung, wie Fourier will, von der zuerst durch Strahlung gegen den Himmelsraum erkaltenden Oberfläche an, so bleiben die dem Mittelpunkt der Erde näheren Theile flüssig und glühend. Da nach langer Ausströmung der Wärme vom Mittelpunkt gegen die Oberfläche sich endlich ein Stabilitätszustand in der Temperatur des Erdkörpers hergestellt hat, so wird angenommen, daß mit zunehmender Tiefe auch die unterirdische Wärme ununterbrochen zunehme. Die Wärme der Wasser, welche den Bohrlochern (artesischen Brunnen) entquellen, unmittelbare Versuche über die Temperatur des Gesteins in den Bergwerken, vor allem aber die vulkanische Thätigkeit der Erde, d. i. der Erguß geschmolzener Massen aus geöffneten Spalten, bezeugen diese Zunahme auf das unwidersprechlichste für sehr beträchtliche Tiefen der oberen Erdschichten. Nach Schlüssen, die sich freilich nur auf Analogien gründen, wird dieselbe auch mehr als wahrscheinlich weiter gegen das Centrum hin.

Was ein Kunstreicher, für diese Classe von Untersuchungen*) eigens vervollkommneter

*) Dahin gehören die vortrefflichen analytischen Arbeiten von Fourier, Biot, Laplace, Poisson, Duhamel und Lamé. In seinem Werke *Théorie mathématique de la Chaleur* 1835 p. 3, 428—430, 436 und 521—524 (f. auch den Auszug von La Rive in der *Bibliothèque universelle de Genève* T. LX. p. 415) hat Poisson eine von Fourier's Ansicht (Theorie analytique de la Chaleur) ganz abweichende Hypothese entwickelt. Er läugnet den gegenwärtigen flüssigen Zustand des Kerns der Erde; er glaubt, „daß bei dem Erkalten durch Strahlung gegen das die Erde umgebende Mittel die an der Oberfläche zuerst erstarrten Theile herabgesunken sind, und daß durch einen doppelten ab- und aufwärts gehenden Strom die große Ungleichheit vermindert worden ist,

welche bei einem festen, von der Oberfläche her erkaltenden Körper statt finden würde.“ Es scheint dem großen Geometer wahrscheinlicher, daß die Erstarrung in den dem Mittelpunkt näher liegenden Schichten angefangen habe; „daß Phänomen der mit der Tiefe zunehmenden Wärme erstrecke sich nicht auf die ganze Erdmasse, und sei bloß eine Folge der Bewegung unsres Planetensystems im Weltraume, dessen einzelne Theile durch *Sternenwärme* (chaleur stellaire) eine sehr verschiedene Temperatur haben.“ Die Wärme der Wasser unserer artesischen Brunnen wäre also, nach Poisson, bloß eine von außen in den Erdförper eingebrungene Wärme; und man könnte letzteren „als einen Felsblock betrachten, der vom Aequator nach dem Pole geschafft wurde, aber in

analytischer Calcul über die Bewegung der Wärme in homogenen metallischen Sphäroiden geschrieben hat, ist bei unserer Unkenntniß der Stoffe, aus denen die Erde zusammengesetzt sein kann, bei der Verschiedenheit der Wärme-Capacität und Leitungsfähigkeit auf einander geschichteter Massen, bei den chemischen Umwandlungen, welche feste und flüssige Materien durch einen ungeheuren Druck erleiden, nur sehr vorsichtig auf die wirkliche Naturbeschaffenheit unsres Planeten anzuwenden. Am schwierigsten für unsere Fassungskraft ist die Vorstellung von der Grenzlinie zwischen der flüssigen Masse des Inneren und den schon erhärteten Gebirgsarten der äußeren Erdrinde, von der allmäligen Zunahme der festen Schichten und dem Zustande der Halbflüssigkeit erdiger zäher Stoffe, für welche die bekannten Geseze der Hydraulik nur unter beträchtlichen Modificationen gelten können. Sonne und Mond, welche das Meer in Ebbe und Fluth bewegen, wirken höchst wahrscheinlich auch bis zu jenen Erdtiefen. Unter dem Gewölbe schon erstarrter Gebirgsarten kann man allerdings periodische Hebungen und Senkungen der geschmolzenen Masse, Ungleichheiten des gegen das Gewölbe ausgeübten Druckes vermuthen. Das Maas und die Wirkung solcher Oscillation kann aber nur gering sein; und wenn der relative Stand der anziehenden Weltkörper auch hier Springfluthen erregen muß, so ist doch gewiß nicht diesen, sondern mächtigeren inneren Kräften die Erschütterung der Erdoberfläche zuzuschreiben. Es giebt Gruppen von Erscheinungen, deren Eristenz es nur darum nützlich ist hervorzuheben, um die Allgemeinheit des Einflusses der Attraction von Sonne und Mond auf das äußere und innere Leben der Erde zu bezeichnen, so wenig wir auch die Größe eines solchen Einflusses numerisch zu bestimmen vermögen.

Nach ziemlich übereinstimmenden Erfahrungen in den artesischen Brunnen nimmt in der oberen Erdrinde die Wärme im Durchschnitt mit einer senkrechten Tiefe von je 92 Pariser Fuß um 1° des hunderttheiligen Thermometers zu. Befolgte diese Zunahme ein arithmetisches Verhältniß, so würde demnach, wie ich bereits oben*) angegeben, eine Granitschicht in der Tiefe von $5\frac{2}{10}$ geographischen Meilen (vier- bis fünfmal gleich dem höchsten Gipfel des Himalaya-Gebirges) geschmolzen sein.

In dem Erdkörper sind dreierlei Bewegungen der Wärme zu unterscheiden. Die erste ist periodisch und verändert die Temperatur der Erdschichten, indem nach Verschiedenheit des Sonnenstandes und der Jahreszeiten die Wärme von oben nach unten eindringt, oder auf demselben Wege von unten nach oben ausströmt. Die zweite Art der Bewegung

einer so kurzen Zeit, daß er nicht ganz zu erkalten vermochte. Die Temperatur-Zunahme in diesem Bloce würde sich nicht bis zu den Schichten seiner Mitte erstreckt haben.“ Die physikalischen Zweifel, welche man mit Recht gegen diese sonderbare kosmische Ansicht aufgestellt hat (gegen eine Ansicht, welche dem Himmelsraume zuschreibt, was wohl eher dem ersten Uebergange der sich ballenden Materie aus dem gasförmig flüssigen in einen festen Zustand angehört), findet man gesammelt in Poggenbörff's Annalen der Physik und Chemie Bd. XXXIX, S. 93—100.

*) Siehe oben Seite 10 und 18. Die Wärmezunahme ist gefunden worden in dem Puits de Grenolles zu Paris von 484 $\frac{1}{10}$ Fuß (32 mètres); in dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preußisch Minden fast 91 Fuß (29 $\frac{1}{2}$, 6); zu Pégny bei Gené, oberachtet dort die obere Oeffnung des Bohrloches 1510 Fuß über dem Meeresspiegel liegt, nach Auguste de la Rive und Marcet, ebenfalls von 91 Fuß (29 $\frac{1}{2}$, 6). Diese Uebereinstimmung der Resultate in einer Methode, welche erst im Jahre 1821 von Arago (Annuaire du Bureau des Longitudes 1835 p. 234) vorgeschlagen wurde, ist sehr auffallend, und von drei Bohrlochern berggenommen, von 1683 F. (517 $\frac{1}{2}$), 2094 F. (680 $\frac{1}{2}$) und 680 F. (221 $\frac{1}{2}$) absoluter Tiefe. Die zwei Punkte der Erde, in kleiner senkrechter Entfernung unter einander, deren Jahres-Temperaturen wohl am genauesten bestimmt sind, sind

wahrscheinlich die Temperatur der äußeren Luft der Sternwarte zu Paris und die Temperatur der Caves de l'Observatoire. Jene ist $10^{\circ},822$ diese $11^{\circ},834$, Unterschied $1^{\circ},012$ auf 86 Fuß, (28 $\frac{1}{2}$) Tiefe (Poisson, Théorie math. de la Chaleur p. 415 und 462). Freilich ist in den letzten 17 Jahren, aus noch nicht ganz ausgemittelten Ursachen, wo nicht die Temperatur der Caves de l'Observatoire, doch die Anzeige des dort stehenden Thermometers, um $0^{\circ},220$ gestiegen. Wenn in Bohrlochern bisweilen das Eindringen von Wassern aus Seitenklüften einige Störung hervorbringt, so sind in Bergwerken andere Verhältnisse ersakender Luststreuung noch schädlicher für die Genauigkeit mit vieler Mühe ersorderter Resultate. Das Gesamt-Resultat von Reich's großer Arbeit über die Temperatur der Gruben im sächsischen Erzgebirge ist eine etwas langsame Wärmezunahme von 1284 (41 $\frac{1}{2}$, 84) auf 1° (Reich, Beob. über die Temperatur des Gesteins in verschiedenen Tiefen 1834 S. 134). Doch hat Phillips (Poggenb. Ann. Bd. XXXIV, S. 181) in einem Schachte des Kohlenbergwerks von Monk Wearmouth bei Newcastle, wo, wie ich schon oben bemerkt, 1404 Fuß (456 $\frac{1}{2}$) unter dem Meeresspiegel gearbeitet wird, auch eine Zunahme der Wärme von 99 $\frac{1}{10}$ Fuß (32 $\frac{1}{2}$, 4), fast ganz identisch mit Arago's Resultat im Puits de Grenolles gefunden.

ist ebenfalls eine Wirkung der Sonne und außerordentlicher Langsamkeit. Ein Theil der Wärme, die in den Aequatorial-Gegenden eingedrungen ist, bewegt sich nämlich in dem Inneren der Erdrinde gegen die Pole hin, und ergießt sich an den Polen in den Luftekreis und den fernem Weltraum. Die dritte Art der Bewegung ist die langsamste von allen; sie besteht in der secularen Erkaltung des Erdkörpers, in dem Wenigen, was jetzt noch von der primitiven Wärme des Planeten an die Oberfläche abgegeben wird. Dieser Verlust, den die Centralwärme erleidet, ist in der Epoche der ältesten Erdrevolutionen sehr beträchtlich gewesen, seit den historischen Zeiten aber wird er für unsere Instrumente kaum meßbar. Die Oberfläche der Erde befindet sich demnach zwischen der Glüh Hitze der unteren Schichten und dem Weltraume, dessen Temperatur wahrscheinlich unter dem Gefrierpunkt des Quecksilbers ist.

Die periodischen Veränderungen der Temperatur, welche an der Oberfläche der Sonnenstand und die meteorologischen Proceße hervorrufen, pflanzen sich im Inneren der Erde aber nur bis zu sehr geringen Tiefen fort. Diese Langsamkeit der Wärmeleitung des Bodens schwächt auch im Winter den Wärmeverlust und wird tiefwurzelnden Bäumen günstig. Punkte, welche in verschiedenen Tiefen in einer Verticallinie liegen, erreichen zu sehr verschiedenen Zeiten das Maximum und Minimum der mitgetheilten Temperatur. Je mehr sie sich von der Oberfläche entfernen, desto geringer sind die Unterschiede dieser Extreme. In unseren Breiten der gemäßigten Zone (Br. 48° — 52°) liegt die Schicht invariabler Temperatur in 55—60 Fuß Tiefe; schon in der Hälfte dieser Tiefe erreichen die Oscillationen des Thermometers durch Einfluß der Jahreszeiten kaum noch einen halben Grad. Dagegen wird in dem Tropen-Klima die invariable Schicht schon einen Fuß tief unter der Oberfläche gefunden, und diese Thatsache ist von Boussingault auf eine scharfsinnige Weise zu einer bequemen und, wie er glaubt, sicheren Bestimmung der mittleren Luft-Temperatur des Ortes benutzt worden*). Diese mittlere Luft-Temperatur an einem bestimmten Punkte oder in einer Gruppe nahe gelegener Punkte der Oberfläche ist gewissermaßen das Grundelement der klimatischen und Cultur-Verhältnisse einer Gegend; aber die mittlere Temperatur der ganzen Oberfläche ist von der des Erdkörpers selbst sehr verschieden. Die so oft angeregte Frage, ob jene im Lauf der Jahrhunderte beträchtliche Veränderungen erlitten, ob das Klima eines Landes sich verschlechtert hat, ob nicht etwa gleichzeitig die Winter milder und die Sommer kälter geworden sind, kann nur durch das Thermometer entschieden werden; und die Erfindung dieses Instruments ist kaum drittehalbhundert Jahre, seine verständige Anwendung kaum 120 Jahre alt. Die Natur und Neuheit des Mittels setzt also hier den Forschungen über die Luft-Temperatur sehr enge Grenzen. Ganz anders ist die Lösung des größeren Problems der inneren Wärme des ganzen Erdkörpers. Wie man aus der unveränderten Schwingungsdauer eines Pendels auf die bewahrte Gleichheit seiner Temperatur schließen kann, so belehrt uns die unveränderte Umdrehungs-Geschwindigkeit der Erde über das Maaß der Stabilität ihrer mittleren Temperatur. Diese Einsicht in das Verhältniß der Tageslänge zur Wärme gehört zu den glänzendsten Anwendungen einer langen Kenntniß der Himmelsbewegung auf den thermischen Zustand unsres Planeten. Die Umdrehungs-Geschwindigkeit der Erde hängt nämlich von ihrem Volum ab. So wie in der durch Strahlung allmählich erkaltenden Masse die Rotations-Achse kürzer würde, müßten mit Abnahme der Temperatur die Umdrehungs-Geschwindigkeit vermehrt und die Tageslänge vermindert werden. Nun ergibt die Vergleichung der secularen Ungleichheiten in den Bewegungen des Mondes mit den in älteren Zeiten beobachteten Finsternissen, daß seit Hipparch's Zeiten, also seit vollen 2000 Jahren, die Länge des Tages gewiß nicht um den hundertsten Theil einer Secunde abgenommen hat. Es ist

*) Boussingault sur la Profondeur à laquelle les tropiques, in den Annales de Chimie et de Physique trouve la Couche de Température invariable entre | si que T. LIII. 1833 p. 225—247.

demnach innerhalb der äußersten*) Grenze dieser Abnahme die mittlere Wärme des Erdkörpers seit 2000 Jahren nicht um $\frac{1}{170}$ eines Grades verändert worden.

Diese Unveränderlichkeit der Form setzt auch eine große Unveränderlichkeit in der Vertheilung der Dichtigkeits-Verhältnisse im Innern des Erdkörpers voraus. Die translatatorischen Bewegungen, welches die Ausbrüche der jetzigen Vulkanen, das Hervordringen eisenhaltiger Lavas, das Ausfüllen vorher leerer Spalten und Höhlungen mit dichten Steinmassen verursachen, sind demnach nur als kleine Oberflächen-Phänomene, als Ereignisse eines Theiles der Erbrinde zu betrachten, welcher der Dimension nach gegen die Größe des Erdbalbmessers verschwindet.

Die innere Wärme des Planeten habe ich in ihrer Ursach und Vertheilung fast ausschließlich nach dem Resultate der schönen Untersuchungen Fourier's geschildert. Poisson bezweifelt die ununterbrochene Zunahme der Erdwärme von der Oberfläche der Erde zum Centrum. Er glaubt, daß alle Wärme von außen nach innen eingedrungen ist, und daß die Temperatur des Erdkörpers abhängig ist von der sehr hohen oder sehr niedrigen Temperatur der Welträume, durch welche sich das Sonnensystem bewegt hat. Diese Hypothese, von einem der tiefinnigsten Mathematiker unserer Zeit erfunden, hat fast nur ihn, wenig die Physiker und Geognosten befriedigt. Was aber auch die Ursache der inneren Wärme unsers Planeten und der begrenzten oder unbegrenzten Zunahme in den tieferen Schichten sein mag, immer führt sie uns in diesem Entwurfe eines allgemeinen Naturgemäldes, durch den inneren Zusammenhang aller primitiven Erscheinungen der Materie, durch das gemeinsame Band, welches die Molecular-Kräfte umschlingt, in das dunkle Gebiet des Magnetismus. Temperatur-Veränderungen bringen magnetische und electrische Ströme hervor. Der tellurische Magnetismus, dessen Hauptcharakter in der dreifachen Aeußerung seiner Kräfte eine ununterbrochene periodische Veränderlichkeit ist, wird entweder der ganzen ungleich erwärmten Erdmasse selbst†), oder jenen galvanischen Strömen zugeschrieben, die wir als Electricität in Bewegung, als Electricität in einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislause betrachten‡). Der geheimnißvolle Gang der Magnetnadel ist von der Zeit und dem Raume, von dem Sonnenlaufe und der Veränderung des Orts auf der Erdoberfläche gleichmäßig bedingt. Man erkennt an der Nadel, wie an den Schwankungen des Barometers zwischen den Wendekreisen, die Stunde des Tages. Sie wird durch das ferne Nordlicht, durch die Himmelsgluth, welche an einem der Pole farbig ausstrahlt, urplötzlich, doch nur vorübergehend, afficirt. Wenn die ruhige stündliche Bewegung der Nadel durch ein magnetisches Ungewitter gestört ist, so offenbart sich die Perturbation oftmals über Meer und Land, auf Hunderte und Tausende von Meilen im strengsten Sinne des Worts gleichzeitig, oder sie pflanzt sich in kurzen Zeiträumen allmählig in jeglicher Richtung über die Oberfläche der Erde fort||). Im ersteren

*) Laplace, Exp. du Syst. du Monde p. 229 und 263, Mécanique céleste, T. V. p. 18 und 72. Es ist zu bemerken, daß der Bruch $\frac{1}{170}$ eines Centesimal-Grades des Quecksilber-Thermometers, welcher im Texte als Grenze der Stabilität der Erdwärme seit Hipparch's Zeiten angegeben ist, auf der Annahme beruht, daß die Dilatation der Stoffe, aus denen der Erdkörper zusammengesetzt ist, gleich der des Glases sei, d. i. $\frac{1}{100000}$ für 1° Wärme. Vergl. über diese Voraussetzung Arago im Annuaire pour 1834 p. 177—190.

†) William Gilbert von Colchester, den Galilei „bis zum Niederregen groß“ nennt, sagt schon: „magnus magnes ipse est globus terrestris.“ Er bespöttelte die Magnetbeere als Magnetpole des Fracasloro, des großen Zeitgenossen von Christoph Columbus: „reji-ciendi est vulgaris opinio de montibus magneticiis, aut rupe aliqua magnetica, aut polo phantastico a polo mundi distante.“ Er nimmt die Abweichung der Magnetnadel auf dem ganzen Erdboden für unveränderlich an (variatio uniuscujusque loci constans

est); und erklärt die Krümmungen der isogonischen Linien aus der Gestalt der Continente und der relativen Lage der Meeresbeden, welche eine schwächere magnetische Ziehkraft ausüben, als die über dem Ocean hervorragenden festen Massen (Gilbert de Magnete, ed. 1633, p. 42, 98, 152 und 155.)

‡) Gauß, Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus, in den Resultaten aus den Beob. des magnet. Vereins im Jahr 1833 § 41 S. 56.

||) Es giebt auch Perturbationen, die sich nicht weit fortpflanzen, mehr local sind, vielleicht einen weniger tiefen Sitz haben. Ein seltenes Beispiel solcher außerordentlichen Störung, welche in den Freiburger Gruben, und nicht in Berlin gefühlt wurde, habe ich schon vor vielen Jahren bekannt gemacht (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connoissance du Magnétisme terrestre, in Becquerel's Traité expérimental de l'Electricité T. VII. p. 442). Magnetische Ungewitter, die gleichzeitig von Sicilien bis Upsala ge-

Fälle könnte die Gleichzeitigkeit des Ungewitters, wie Jupiterstrabanten, Feuersegnale und wohl beachtete Sternschnuppen, innerhalb gewisser Grenzen zur geographischen Längenbestimmung dienen. Man erkennt mit Verwunderung, daß die Zuckungen zweier kleinen Magnetnadeln, und wären sie tief in unterirdischen Räumen aufgehangen, die Entfernung messen, welche sie von einander trennt; daß sie lehren, wie weit Kasan östlich von Wörlitz oder von den Ufern der Seine liegt. Es giebt auch Gegenden der Erde, wo der Seefahrer, seit vielen Tagen in Nebel gehüllt, ohne Sonne und Sterne, ohne alle Mittel der Zeitbestimmung, durch die Neigungs-Veränderung der Nadel mit Sicherheit wissen kann, ob er sich nördlich oder südlich von einem Hafen befindet*), in den er einlaufen soll.

Wenn die plötzlich in ihrem stündlichen Gange gestörte Nadel das Dasein eines magnetischen Ungewitters verkündigt, so bleibt der Sitz der Perturbations-Ursach, ob sie in der Erdrinde selbst oder im oberen Luftkreise zu suchen sei, leider! für uns noch unentschieden. Betrachten wir die Erde als einen wirklichen Magnet, so sind wir genöthigt, nach dem Ausspruch des tief sinnigen Gründers einer allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus, Friedrich Gauß, durchschnittlich wenigstens jedem Theile der Erde, der ein Achtel Cubikmeter, d. i. 37₁₀ Cubikfuß, groß ist, eine eben so starke Magnetisirung beizulegen, als ein einspündiger Magnetstab enthält†). Wenn Eisen und Nickel, wahrscheinlich auch Kobalt (nicht Chrom‡), wie man lange geglaubt hat, die alleinigen Substanzen sind, welche dauernd magnetisch werden und die Polarität durch eine gewisse Coercitivkraft zurückhalten, so beweisen dagegen die Erscheinungen von Arago's Rotations-Magnetismus und Faraday's inducirten Strömen, daß wahrscheinlich alle tellurischen Stoffe vorübergehend sich magnetisch verhalten können. Nach den Versuchen des ersten der eben genannten großen Physiker wirken auf die Schwingungen einer Nadel Wasser, Eis||),

führt wurden, gelangten nicht von Upsala nach Alten (Gauß und Weber, Resultate des magnet. Vereins 1839 S. 128; Lloyd in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. XIII. 1843 Sem. II p. 725 und 827). Unter den vielen in neuerer Zeit aufgefundenen gleichzeitigen und durch große Länderstrecken fortgesetzten Perturbationen, welche in Sabine's wichtigem Werke (Observ. on days of unusual magnetic disturbance 1845) gesammelt sind, ist eine der bemerkwürdigsten die vom 25. Sept. 1841, welche zu Toronto in Canada, am Vorgebirge der guten Hoffnung, in Prag und theilweise in Van Diemens Land beobachtet wurde. Die englische Sonntagsfeier, nach der es sundhaft ist, nach Sonnabend Mitternacht eine Scale abzulesen und große Naturphänomene der Schöpfung in ihrer ganzen Entwicklung zu verfolgen, hat, da das magnetische Ungewitter wegen des Längenunterschieds in Van Diemens Land auf einen Sonntag fiel, die Beobachtung desselben unterbrochen! (Observ. p. XIV. 78, 85 u. 87.)

*) Die im Text geschilderte Anwendung der Magnet-Inclination zu Breiten-Bestimmungen längs einer N-S laufenden Küste, die, wie die Küste von Chili und Peru, einen Theil des Jahres in Nebel (garua) gehüllt ist, habe ich angegeben in Pamétherie's Journal de Physique 1804 T. LIX. p. 449. Diese Anwendung ist in der bezeichneten Localität um so wichtiger, als, bei der beständigen Strömung von Süden nach Norden bis Cabo Parina, es für die Schifffahrt ein großer Zeitverlust ist, wenn man sich der Küste erst nördlich von dem gesuchten Hafen nähert. In der Silbersee habe ich vom Hafen Callao de Lima bis Truxillo, bei einem Breiten-Unterschiede von 3° 57', eine Veränderung an der Magnet-Inclination von 9° cent.; und von Callao bis Guayaquil, bei einem Breiten-Unterschiede von 9° 50', eine Inclinations-Veränderung von 33°, 05 gefunden (s. meine Relation historique T. III. p. 622). Von Guarnay (Br. 10° 4' Süd), Guaura (Br. 11° 3') bis Chancay (Br. 11° 32') sind die Neigungen 60°, 80°, 90°, 00 und 10°, 35 cent. Eintheilung. Die Ortsbestimmung

mittels der magnetischen Inclination hat da, wo der Schiffskurs die isoklinischen Linien fast senkrecht schneidet, das Merkwürdige, daß sie die einzige ist, welche jeder Zeitbestimmung, und also des Anblicks der Sonne und der anderen Gestirne entbehren kann. Ich habe vor kurzem erst aufgefunden, daß schon am Ende des 10ten Jahrhunderts, also kaum 20 Jahre nach der Erfindung des Inclinatorium von Robert Norman, in dem großen Werke des Magnete von William Gilbert, Vorschläge, die Breite durch die Neigung der Magnetnadel zu bestimmen, gemacht worden sind. Gilbert (Physiologia nova de Magnete lib. V. cap. 8. p. 200) rühmt die Methode als anwendbar „aëre caliginoso.“ Edward Wright in der Vorrede, welche er dem großen Werke seines Lehrers beigelegt hat, nennt einen solchen Vorschlag „vieles Goldes werth.“ Da er mit Gilbert irrigerweise annahm, daß die isoklinischen Linien mit den geographischen Parallelen freisen, wie der magnetische Aequator mit dem geographischen, zusammenfielen, so bemerke er nicht, daß die erwähnte Methode eine locale und viel eingeschränkte Anwendung hat.

†) Gauß und Weber, Resultate des magnetischen Vereins im J. 1839 § 31 S. 46.

‡) Nach Faraday's Behauptung (London and Edinburgh Philosophical Magazine 1836 Vol. VIII. p. 178) ist dem reinen Kobalt der Magnetismus ganz abzusprechen. Es ist mir nicht unbekannt, daß andre berühmte Chemiker (Heinrich Rose und Wöhler) diese Behauptung für nicht absolut entscheidend halten. Wenn von zwei mit Sorgfalt gereinigten Kobaltmassen, welche man beide für nickelfrei hält, sich die eine als ganz unmagnetisch (im ruhenden Magnetismus) zeigt, so scheint mir der Verdacht, daß die andere ihre magnetische Eigenschaft einem Mangel von Nickelein verbanke, doch wahrscheinlich und für Faraday's Ansicht sprechend.

§) Arago in den Annales de Chimie T. XXXII. p. 214; Brewster, Treatise of Magnetism 1837 p. 111; Baumgartner in der Zeitschrift für Phys. und Mathem. Bd. II. S. 419.

Glas und Kohle ganz wie Quecksilber in den Rotations-Versuchen. Fast alle Stoffe zeigen sich in einem gewissen Grade magnetisch, wenn sie leitend sind, d. h. von der Electricität durchströmt werden.

So uralt auch bei den westlichen Völkern die Kenntniß der Ziehkraft natürlicher Eisen-Magnete zu sein scheint, so war doch (und diese historisch sehr fest begründete Thatsache ist auffallend genug) die Kenntniß der Nichtkraft einer Magnethadel, ihre Beziehung auf den Erdmagnetismus nur dem äußersten Osten von Asien, den Chinesen, eigenthümlich. Tausend und mehr Jahre vor unserer Zeitrechnung, zu der dunklen Epoche des Rodros und der Rückkehr der Herakliden nach dem Peloponnes hatten die Chinesen schon magnetische Waagen, auf denen der bewegliche Arm einer Menschengestalt unausgesetzt nach Süden wies, um sicher den Landweg durch die unermeßlichen Grasebenen der Tartarei zu finden; ja im dritten Jahrhundert nach unserer Zeitrechnung, also wenigstens 700 Jahre vor der Einführung des Schiffscompasses in den europäischen Meeren, segelten schon chinesische Fahrzeuge in dem indischen Ocean*) nach magnetischer Süd-Weisung. Ich habe in einem anderen Werke gezeigt, welche Vorzüge†) dieses Mittel topographischer Orientirung, diese frühe Kenntniß und Anwendung der dem Westen unbekannten Magnethadel den chinesischen Geographen vor den griechischen und römischen gegeben hat, denen z. B. die wahre Richtung der Appenninen und Pyrenäen stets unbekannt blieb.

Die magnetische Kraft unsres Planeten offenbart sich an seiner Oberfläche in drei Classen von Erscheinungen, deren eine die veränderliche Intensität der Kraft, zwei andere die veränderliche Richtung in der Neigung und in der horizontalen Abweichung vom terrestrischen Meridiane des Orts darbieten. Die Gesamtwirkung nach außen wird also graphisch durch drei Systeme von Linien bezeichnet, die der isodynamischen, isoklinischen und isogonischen (gleicher Kraft, gleicher Neigung und gleicher Abweichung). Der Abstand und die relative Lage dieser stets bewegten, osceillirend fortschreitenden Curven bleiben nicht immer dieselben. Die totale Abweichung (Variation oder Declination der Magnethadel) verändert sich an gewissen Punkten‡) der Erde, z. B. in dem westlichen Theil der Antillen und in Spitzbergen, in einem ganzen Jahrhundert gar nicht oder auf eine bisher kaum bemerkbare Weise. Eben so zeigt sich, daß die isogonischen Curven, wenn sie in ihrer secularen Bewegung von der Oberfläche des Meers auf einen Continent oder eine Insel von beträchtlichem Umfange gerathen, lange auf denselben verweilen und dann im Fortschreiten sich krümmen.

Diese allmälige Umwandlung der Gestaltungen, welche die Translation begleiten und die Gebiete der östlichen und westlichen Abweichung im Laufe der Zeiten so ungleich erweitern, macht es schwer, in den graphischen Darstellungen, welche verschiedenen Jahrhunderten angehören, die Uebergänge und Analogie der Formen aufzufinden. Jeder Zweig einer Curve hat seine Geschichte; aber diese Geschichte steigt bei den westlichen Völkern nirgends höher hinauf, als bis zu der denkwürdigen Epoche (13. Sept. 1492), wo der Wieder-Ent-

*) Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. III p. 36.

†) Asia centrale T. I. Introduction p. XXXVII — XLII. Die westlichen Völker, Griechen und Römer, wußten, daß Magnetismus dem Eisen langdauernd mitgetheilt werden kann („sola haec materia ferri vires a magnete lapide accipit retinetque longo tempore“ Plin. XXXIV. 14). Die große Entdeckung der tellurischen Richtkraft hing also allein davon ab, daß man im Occident nicht durch Zufall ein längliches Fragment Magnetstein oder einen magnetisirten Eisenslab, mittelst Holz auf Wasser schwimmend oder an einem Faden hangend, in freier Bewegung beobachtet hatte.

‡) Ein sehr langsames seculars Fortschreiten oder gar eine locale Unveränderlichkeit der Magnet-Declination hebt die Verwirrung auf, welche durch tellurische

Einwirkungen in der Quantität des räumlichen Bodenbesitzes da entsteht, wo mit völliger Unbeachtung der Declinations-Correction das Grundeigenthum, zu sehr verschiedenen Zeitepochen, durch bloße Anwendung der Bußsole vermessen worden ist. „The whole mass of West India property,“ sagt Sir John Herschel, „has been saved from the bottomless pit of endless litigation by the invariability of the magnetic declination in Jamaica and the surrounding Archipelago during the whole of the last century, all surveys of property there having been conducted solely by the compass.“ Vergl. Robertson in den Philos. Transact. for 1806 T. II. p. 348 on the permanency of the compass in Jamaica since 1660. In dem Mutterlande (England) hat sich die Magnet-Declination in derselben Zeit um volle 14° verändert.

beder der Neuen Welt 3° westlich vom Meridian der azorischen Insel Flores eine Linie ohne Abweichung erkannte*). Ganz Europa hat jetzt, einen kleinen Theil von Rußland abgerechnet, eine westliche Abweichung, während daß am Ende des 17ten Jahrhunderts, erst in London 1657 und dann 1669 in Paris (also trotz der kleinen Entfernung mit einem Unterschiede von 12 Jahren), die Nadel gerade nach dem Nordpol wies. Im östlichen Rußland, im Osten von dem Ausfluß der Wolga, von Saratow, Nischni-Nowgorod und Archangelsk, dringt von Asien her die östliche Abweichung zu uns ein. In dem weit ausgedehnten Gebiete des nördlichen Asiens haben uns zwei vortreffliche Beobachter, Hansteen und Adolph Erman, die wunderbare doppelte Krümmung der Abweichungslinien kennen gelehrt: concav gegen den Pol gerichtet zwischen Obdorsk am Obi und Turuchansk, conver zwischen dem Baikal-See und dem Ewoistischen Meerbusen. In diesem letzteren Theile der Erde, im nordöstlichen Asien, zwischen dem Werchojanskfer Gebirge, Jakutsk und dem nördlichen Korea, bilden die isogonischen Linien ein merkwürdiges in sich geschlossenes System. Diese eisförmige Gestaltung†) wiederholt sich regelmäßiger und in einem größeren Umfange in der Südsee, fast im Meridian von Pitcairn und der Inselgruppe der Marquesas, zwischen 20° nördlicher und 45° südlicher Breite. Man könnte geneigt sein, eine so sonderbare Configuration in sich geschlossener, fast concentrischer Abweichungslinien für die Wirkung einer Localbeschaffenheit des Erdkörpers zu halten; sollten aber auch diese isolirt scheinenden Systeme sich in dem Lauf der Jahrhunderte fortbewegen, so muß man hier, wie bei allen großen Naturkräften, auf eine allgemeinere Urach der Erscheinung schließen.

Die stündlichen Veränderungen der Abweichung, von der wahren Zeit abhängig, scheinbar von der Sonne beherrscht, so lange sie über dem Horizonte eines Orts ist, nehmen mit der magnetischen Breite in ihrem angularen Werthe ab. Nahe am Aequator, z. B. in der Insel Nawak, sind sie kaum drei bis vier Minuten, wenn sie im mittleren Europa 13 bis 14 Minuten betragen. Da nun in der ganzen nördlichen Hemisphäre das Nordende der Nadel im Durchschnitt von 8½ Uhr Morgens bis 1½ Uhr Mittags von Ost gen West, und in derselben Zeit in der südlichen Hemisphäre dasselbe Nordende von West gen Ost fortschreitet; so hat man neuerlichst mit Recht darauf aufmerksam gemacht‡), daß es eine Aegion der Erde, wahrscheinlich zwischen dem terrestrischen und magnetischen Aequator, geben muß, in welcher keine stündliche Veränderung der Abweichung zu bemerken ist. Diese vierte

*) Ich habe an einem andern Orte gezeigt, daß man in den auf uns gekommenen Documenten über die Schiffsfahrten von Christoph Columbus mit vieler Sicherheit drei Ortsbestimmungen der atlantischen Linie ohne Abweichung für den 12. Sept. 1492, den 21. Mai 1496 und den 16. August 1498 erkennen kann. Die atlantische Curve ohne Abweichung war zu jenen Epochen N—W gerichtet. Sie berührte den südamerikanischen Continent etwas östlich vom Cap Cobera, während jetzt die Berührung an der Nordküste von Brasilien beobachtet wird (Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. III p. 44—48). Aus Gilbert's Physiologia nova de Magnete sieht man deutlich, (und diese Thatsache ist sehr auffallend), daß im Jahr 1600 die Abweichung noch null in der Gegend der Azoren war (lib. IV. cap. 1.), ganz wie zu Columbus Zeit. Ich glaube in meinem Examen critique (T. III. p. 64) aus Documenten erwiesen zu haben, daß die berühmte Demarcations-Linie, durch welche der Papst Alexander VI. die westliche Hemisphäre zwischen Portugal und Spanien theilte, darum nicht durch die westliche der Azoren gezogen wurde, weil Columbus eine politische Abtheilung in eine politische zu verwandeln wünschte. Er legte nämlich eine große Wichtigkeit auf die Zone (raya), „auf welcher die Busssole keine Variation mehr zeige, wo Luft und Meer, letzteres mit Tang wiesenartig bedeckt, sich anders gestalten, wo

kühle Winde anfangen zu wehen, und (so lehren es ihn irrige Beobachtungen des Polar-Sternes) die Gestalt (Sphäricität), der Erde nicht mehr dieselbe sei.“

†) Es ist eine Frage von dem höchsten Interesse für das Problem der physischen Ursachen des tellurischen Magnetismus, ob die beiden ovalen, so wunderbar in sich geschlossenen Systeme isogonischer Linien im Laufe der Jahrhunderte in dieser geschlossenen Form fortrüden oder sich auflösen und entfallen werden? In dem östasiatischen Knoten nimmt die Abweichung von außen nach innen zu, im Knoten oder Oval der Südsee findet das Entgegengesetzte statt; ja man kennt gegenwärtig in der ganzen Südsee, östlich vom Meridian von Kamtschatka, keine Linie ohne Abweichung, keine, die unter 2° wäre (Erman in Poggendorfs Annalen Bd. XXI. S. 129). Doch scheint Cornelius Schouten am Oftertage des Jahres 1616 etwas südöstlich von Aufahiva, bei 15° südlicher Breite und 132° westl. Länge, also mitten in dem jetzigen in sich geschlossenen isogonischen Systeme, die Abweichung null gefunden zu haben (Hansteen, Magnetismus der Erde 1819 S. 28). Man muß bei allen diesen Betrachtungen nicht vergessen, daß wir die Richtung der magnetischen Linien in ihrem Fortschreiten nur so verfolgen können, wie sie auf der Erdoberfläche projectirt sind.

‡) Arago im Annuaire 1836 p. 284 und 1840 p. 330—338.

Curve, die der Nicht-Bewegung oder vielmehr Nicht-Veränderung der stündlichen Abweichung, ist bis jetzt noch nicht aufgefunden worden.

Wie man magnetische Pole die Punkte der Erdoberfläche nennt, wo die horizontale Kraft verschwindet, und diesen Punkten mehr Wichtigkeit zuschreibt, als ihnen eigentlich zukommt*), so wird der magnetische Aequator diejenige Curve genannt, auf welcher die Neigung der Nadel null ist. Die Lage dieser Linie und ihre secularäre Gestaltveränderung ist in neueren Zeiten ein Gegenstand sorgfältiger Untersuchung gewesen. Nach der vortrefflichen Arbeit Duperrey's †), welcher den magnetischen Aequator zwischen den Jahren 1822 und 1825 sechsmal berührt hat, sind die Knoten der beiden Aequatoren, die zwei Punkte, in denen die Linie ohne Neigung den terrestrischen Aequator schneidet und demnach aus einer Hemisphäre in die andere übergeht, so ungleich vertheilt, daß im Jahr 1825 der Knoten bei der Insel St. Thomas an der Westküste von Afrika $188^{\circ}\frac{1}{2}$ von dem Knoten in der Südsee bei den kleinen Gilberts-Inseln (fast in dem Meridian der Viti-Gruppe) auf dem kürzesten Wege entfernt lag. Ich habe am Anfang dieses Jahrhunderts auf einer Höhe von 11200 Fuß über dem Meere den Punkt ($7^{\circ} 1'$ südl. Br. und $48^{\circ} 40'$ westl. L.) astronomisch bestimmen können, wo im Inneren des Neuen Continents die Andeskette zwischen Quito und Lima von dem magnetischen Aequator durchkreuzt wird. Von da in Westen verweilt dieser fast durch die ganze Südsee, dem terrestrischen Aequator sich langsam nähernd, in der südlichen Halbkugel. Er geht erst in die nördliche Halbkugel über kurz vor dem indischen Archipelagus, berührt nur die Südspitzen von Asien, und tritt in das afrikanische Festland ein westlich von Socotora, fast in der Meerenge von Bab-el-Mandeb, wo er sich dann am meisten von dem terrestrischen Aequator entfernt. Das unbekante Land von Inner-Afrika durchschneidend in der Richtung nach Südwest, kehrt der magnetische Aequator in dem Golf von Guinea in die südliche Tropen-Zone zurück, und entfernt sich vom terrestrischen Aequator so sehr, daß er die brasilianische Küste bei Os Ilheos nördlich von Porto Seguro in 15° südl. Breite berührt. Von da an bis zu der Hochebene der Cordilleren, zwischen den Silbergruben von Micuipampa und dem alten Inca-Sitze von Caxamarca, wo ich die Inclination beobachten konnte, durchläuft er ganz Südamerika, das für jetzt unter diesen südlichen Breiten eine magnetische Terra incognita, wie das Innere von Afrika, ist.

Neue von Sabine ‡) gesammelte Beobachtungen haben uns gelehrt, daß der Knoten der Insel St. Thomas von 1825 bis 1837 bereits 4° von Osten gegen Westen gewandert ist. Es wäre ungemein wichtig zu wissen, ob der entgegengesetzte Pol der Gilberts-Inseln in der Südsee eben so viel gegen Westen sich dem Meridian der Carolinen genähert hat. Die hier gegebene allgemeine Uebersicht muß genügen, um die verschiedenen Systeme nicht ganz paralleler isoklinischer Linien an die große Erscheinung des Gleichgewichts, welche sich im magnetischen Aequator offenbart, zu knüpfen. Für die Ergründung der Ursache des tellurischen Magnetismus ist es kein geringer Vorzug, daß der magnetische Aequator, dessen wechselnder Gestaltenwechsel und dessen Knotenbewegung, mittelst der veränderten magnetischen Breiten, einen Einfluß ||) auf die Neigung der Nadel in den fernsten Weltgegenden ausüben, in seiner ganzen Länge, bis auf $\frac{1}{5}$, oceanisch und daher, durch ein merkwürdiges Raumverhältniß zwischen Meer und Land, um so zugänglicher wird, als man gegenwärtig im Besitz von Mitteln ist, beides, Abweichung und Inclination, während der Schifffahrt mit vieler Genauigkeit zu bestimmen.

*) Gauss, *Uss. Theorie des Erdmagnetismus* § 31.

†) Duperrey de la configuration de l'équateur magnétique in den *Annales de Chimie* T. XLV. p. 371 und 379. (Vergl. auch Morlet in den *Mémoires présentés par divers savans à l'Acad. roy. des Sciences* T. III. p. 132).

‡) S. die merkwürdige Carte isoklinischer Linien im

atlantischen Ocean für die Jahre 1825 und 1837 in Sabine's *Contributions to terrestrial Magnetism* 1840 p. 139.

||) Humboldt über die secularäre Veränderung der magnetischen Inclination, in *Voggend. Annalen* Bd. XV. S. 322.

Wir haben die Vertheilung des Magnetismus auf der Oberfläche unsers Planeten nach den zwei Formen der Abweichung und der Neigung geschildert. Es bleibt uns die dritte Form, die der Intensität der Kraft, übrig, welche graphisch durch isodynamische Curven (Linien gleicher Intensität) ausgedrückt wird. Die Ergründung und Messung dieser Kraft durch Schwingung einer verticalen oder horizontalen Nadel hat erst seit dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts in ihren tellurischen Beziehungen ein allgemeines und lebhaftes Interesse erregt. Die Messung der horizontalen Kraft ist, besonders durch Anwendung seiner optischen und chronometrischen Hilfsmittel, eines Grades der Genauigkeit fähig geworden, welcher die aller anderen magnetischen Bestimmungen weit übertrifft. Wenn für die unmittelbare Anwendung auf Schifffahrt und Steuerung die isogenischen Linien die wichtigeren sind, so zeigen sich nach den neuesten Ansichten die isodynamischen, vornehmlich die, welche die Horizontal-Kraft bezeichnen, als diejenigen, welche der Theorie des Erdmagnetismus *) die fruchtbringendsten Elemente darbieten. Am frühesten ist durch Beobachtung die Thatsache erkannt †) worden, daß die Intensität der Totalkraft vom Aequator gegen die Pole hin zunimmt.

*) Gauss, Resultate der Beob. des magn. Verh. im Jahr 1833 § 21; Sabine, Report on the variations of the magnetic intensity p. 63.

†) Folgendes ist der historische Gergang der Auffindung des Gesetzes von der (im allgemeinen) mit der magnetischen Breite zunehmenden Intensität der Kräfte. Als ich mich 1798 der Expedition des Capitän Boudin zu einer Erumseglung anschließen wollte, wurde ich von Doria, der einen warmen Antheil an der Ausführung meiner Entwürfe nahm, aufgefordert, unter verschiedenen Breiten in beiden Hemisphären eine senkrechte Nadel im magnetischen Meridian schwingen zu lassen, um zu ergründen, ob die Intensität der Kräfte dieselbe oder verschieden sei. Auf meiner Reise nach den amerikanischen Tropenländern machte ich diese Untersuchung zu einer der Hauptaufgaben meiner Unternehmung. Ich beobachtete, daß dieselbe Nadel, welche in 10 Minuten zu Paris 245, in der Savana 246, in Mexico 242 Schwingungen vollbrachte, innerhalb derselben Zeit zu San Carlos del Rio Negro (Breite $1^{\circ} 53' N.$, Länge $80^{\circ} 40' W.$) 216, auf dem magnetischen Aequator, d. i. der Linie, auf der die Neigung = 0 ist, in Peru (Br. $7^{\circ} 1' S.$, Länge $80^{\circ} 40' W.$) nur 211, in Lima (Br. $12^{\circ} 2' S.$) wieder 219 Schwingungen zeigte. Ich fand also in den Jahren 1799 bis 1803, daß die Totalkraft, wenn man dieselbe auf dem magnetischen Aequator in der peruanischen Andeskette zwischen Mucupampa und Caxamarca = 1,0000 setzt, in Paris durch 1,3482; in Mexico durch 1,3155; in San Carlos del Rio Negro durch 1,0480; in Lima durch 1,0773 ausgedrückt werde. Als ich in der Sitzung des Pariser Instituts am 28. Frimaire des Jahres XII in einer Abhandlung, deren mathematischer Theil Herr Biot zugehört, dies Gesetz der veränderlichen Intensität der tellurischen Magnetkraft entwarf, und durch den numerischen Werth der Beobachtungen in 104 verschiedenen Punkten erwies, wurde die Thatsache als vollkommen neu betrachtet. Erst nach der Lesung dieser Abhandlung, wie Biot in derselben (Lamétherie, Journal de Physique T. LIX. p. 446 note 2) sehr bestimmt sagt und ich in der Relation hist. T. I. p. 262 note 1 widerholt habe, theilte Herr de Rossel seine sechs früheren, schon 1791—1794 in Van Diemens Land, in Java und Amboina gemachten Schwingungs-Beobachtungen an Biot mit. Aus denselben ergab sich ebenfalls das Gesetz abnehmender Kraft im indischen Archipelagus. Es ist fast zu vermuthen, daß dieser vortreffliche Mann, in seiner eigenen Arbeit, die Regelmäßigkeit der Zu- und Abnahme der Intensität nicht erkannt hatte, da er von diesem gewiß nicht unwichtigen physischen Gesetze vor der Lesung meiner Abhandlung unsern gemeinschaftlichen Freunden Laplace, Delambre, Prony und Biot nie etwas gesagt hatte. Erst

im Jahr 1808, vier Jahre nach meiner Rückkunft aus America, erschienen die von ihm angestellten Beobachtungen im Voyage d'Entrecasteaux T. II. p. 287, 291, 321, 480 und 644. Bis heute hat man die Gewohnheit beibehalten, in allen magnetischen Intensitäts-Tafeln, welche in Deutschland (Gauss, Magnet. der Erde 1819 S. 71; Gauss, Beob. des magn. Vereins 1833 S. 36—39; Erman, Physikal. Beob. 1841 S. 529—579), in England (Sabine, Report on magnet. intensity 1838 p. 43—62; Contributions to terrestrial Magnetism 1843) und in Frankreich (Beccuere, Traité d'Electr. et de Magnét. T. VII. p. 354—367) erschienen sind, die irgendwo auf dem Erdbörper beobachteten Schwingungen auf das Maß der Kraft zu reduciren, welches ich auf dem magnetischen Aequator im nördlichen Peru gefunden habe: so daß bei dieser willkürlich angenommenen Einheit die Intensität der magnetischen Kraft zu Paris 1,348 gesetzt wird. Noch älter aber als des Admirals Rossel Beobachtungen sind die, welche auf der unglücklichen Expedition von Lapérouse, von dem Aufenbalt in Teneriffa (1785) an bis zur Ankunft in Macao (1787), durch Lamaron angeestellt und an die Akademie der Wissenschaften geschickt wurden. Man weiß bestimmt, (Beccuere T. VII. p. 320), daß sie schon im Julius 1787 in den Händen Condorcet's waren; sie sind aber trotz aller Bemühungen bis jetzt nicht wieder aufgefunden worden. Von einem sehr wichtigen Briefe Lamaron's an den damaligen perpetuirlichen Secretär der Akademie, den man vergessen in dem Voyage de Lapérouse abzubruden, besigt der Capitän Duperrey eine Abschrift. Es heißt darin ausdrücklich: „que la force attractive de l'aimant est moindre dans les tropiques qu'en avançant vers les poles, et que l'intensité magnétique déduite du nombre des oscillations de l'aiguille de la boussole d'inclinaison change et augmente avec la latitude.“ Gätte die Akademie der Wissenschaften vor der damals gebofften Rückkunft des unglücklichen Lapérouse sich berechtigt geglaubt, im Lauf des Jahres 1787 eine Wahrheit zu publiciren, welche nach einander von drei Reisenden, deren keiner den andern kannte, aufgefunden ward, so wäre die Theorie des tellurischen Magnetismus 13 Jahre früher durch die Kenntniß einer neuen Classe von Erscheinungen erweitert worden. Diese einfache Erzählung der Thatsachen kann vielleicht eine Behauptung rechtfertigen, welche der 3. Band meiner Relation historique (p. 615) enthält: „Les observations sur les variations du magnétisme terrestre auxquelles je me suis livré pendant 82 ans au moyen d'instrumens comparables entre eux en Amérique, en Europe et en Asie, embrassent, dans les deux hémisphères, depuis les frontières de la

Die Kenntniß des Maafses dieser Zunahme und die Begründung aller numerischen, den ganzen Erdbörper umfassenden Verhältnisse des Intensitätsgesetzes verdankt man besonders seit dem Jahre 1819 der rastlosen Thätigkeit von Edward Sabine, welcher, nachdem er am amerikanischen Nordpol, in Grönland, in Spitzbergen, an den Küsten von Guinea und in Brasilien dieselben Nadeln hat schwingen lassen, fortwährend alles sammelt und ordnet, was die Richtung der isodynamischen Linien aufklären kann. Den ersten Entwurf eines isodynamischen Systems, in Zonen getheilt, habe ich selbst für einen kleinen Theil von Südamerika geliefert. Es sind diese Linien nicht den Linien gleicher Neigung parallel; die Intensität der Kraft ist nicht, wie man anfangs geglaubt hat, am schwächsten auf dem magnetischen Aequator, sie ist nicht einmal gleich auf allen Theilen desselben. Wenn man Erman's Beobachtungen im südlichen Theile des atlantischen Oceans, wo eine schwächende Zone sich von Angola über die Insel St. Helena bis an die brasilianische Küste (0,706) hinzieht, mit den neuesten Beobachtungen des großen Seefahrers James Clark Ross vergleicht, so findet man, daß an der Oberfläche unsres Planeten die Kraft gegen den magnetischen Südpol hin, da wo das Victoria-Land sich vom Car Crozier gegen den 11600 Fuß hohen, aus dem Gise aufsteigenden Vulkan Erebus verlängert, fast im Verhältniß wie 1 zu 3 zunimmt*). Wenn die Intensität nahe bei dem magnetischen Südpol durch 2,052 ausgedrückt wird (man nimmt noch immer zur Einheit die Intensität, welche ich auf dem magnetischen Aequator im nördlichen Peru gefunden), so fand sie Sabine dem magnetischen Nordpol nahe in Melville's Insel (Br. 74° 27' N.) nur 1,624, während sie in den Vereinigten Staaten bei Neu-York (also fast unter Einer Breite mit Neapel) 1,803 ist.

Durch die glänzenden Entdeckungen von Dersted, Arago und Faraday ist die electrische Ladung des Luftkreises der magnetischen Ladung des Erdbörpers näher gerückt. Wenn durch Dersted aufgefunden worden ist, daß die Electricität in der Umgebung des sie fortleitenden Körpers Magnetismus erregt, so werden dagegen in Faraday's Versuchen durch den freigewordenen Magnetismus electrische Strömungen hervorgerufen. Magnetismus ist eine der vielfachen Formen, unter denen sich die Electricität offenbart. Die uralte dunkle Ahndung von der Identität der electrischen und magnetischen Anziehung ist in unserer Zeit in Erfüllung gegangen. „Wenn das Electrum (der Bernstein),“ sagt Plinius †) im Sinne der ionischen Naturphilosophie des Thales, „durch Reibung und

Dzoungarie chinoise jusque vers l'ouest à la Mer du Sud qui baigne les côtes du Mexique et du Pérou, un espace de 188° de longitude, depuis les 60° de latitude nord jusqu'aux 12° de latitude sud. J'ai regardé la loi du décroissement des forces magnétiques, du pôle à l'équateur, comme la résultat le plus important de mon voyage américain.“ Es ist nicht gewiß, aber sehr wahrscheinlich, daß Comberet den Brief Bannanon's vom Julius 1787 in einer Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Paris vorgelesen hat; und eine solche blasse Vorlesung halte ich für eine völliigste Art der Publication (Annuaire du Bureau des Longitudes 1842 p. 463.). Die erste Erkennung des Gesetzes gehört daher unstreitig dem Begleiter Laprouse's an; aber, lange unbedacht oder vergessen, hat, wie ich glauben darf, die Kenntniß des Gesetzes der mit der Breite veränderlichen Intensität der magnetischen Erdkraft erst in der Wissenschaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804. Der Gegenstand und die Länge dieser Note wird denen nicht auffallend sein, welche mit der neueren Geschichte des Magnetismus und dem durch dieselbe angeregten Zweifel vertraut sind, auch aus eigener Erfahrung wissen, daß man einigen Werth auf das legt, womit man sich fünf Jahre lang ununterbrochen unter den Beschwerden des Tropenclima's und gewagter Gebirgsreisen beschäftigt hat.

*) Das Maximum der Intensität der ganzen Erdoberfläche ist, nach den bisher gesammelten Beobachtungen, 2,052, das Minimum 0,706. Beide Erscheinungen gehören der südlichen Hemisphäre an: die erste der Br. 73° 47' S. und Länge 169° 30' O., nahe bei Mount Crozier, in NWB des südlichen Magnetpols, an einem Punkte, wo Capitän James Ross die Inclination der Nadel 87° 11 fand (Sabine, Contributions to terrestrial Magnetism 1843 No. 5, p. 231); die zweite, von Erman beobachtet, unter Br. 19° 59' S. und Länge 37° 24' W., an 80 Meilen östlich von der brasilianischen Küste der Provinz Espiritu Santo (Erman, Phys. Beob. 1841 S. 570), an einem Punkte, wo die Inclination nur 7° 55' ist. Das genaue Verhältniß der Intensitäten ist also wie 1 zu 2,906. Man hatte lange geglaubt, die stärkste Intensität der magnetischen Erdkraft sei nur zwei und ein halb Mal so groß, als die schwächste, welche die Oberfläche unsers Planeten zeigt (Sabine, Report on magn. Intensity p. 82).

†) Vom Bernstein (succinum, glessum) sagt Plinius XXXVII, 3: „Genera ejus plura. Attritu digitorum accepta caloris anima trahunt in se paleas ac folla arida, quae levia sunt, ac ut magnes lapis ferri ramenta quoque.“ (Plato in Timaeo p. 80; Martin, Etudes sur le Timée T. II. p. 343—346; Strabo XV. p. 703, Casaub.; Clemens Alex. Strom. 2, p. 370, wo sonderbar genug rö oov-

nau beobachteten Thermometer zeigen, wie langsam die Sonnenwärme selbst auf die geringe Tiefe von einigen Fuß eindringt. Dazu ist der thermische Zustand der Meeresfläche, welche $\frac{2}{3}$ des Planeten bedeckt, solchen Erklärungen wenig günstig; wenn von unmittelbarer Einwirkung die Rede ist, nicht von Induction aus der Luft- und Dunsthülle des Planeten.

Auf alle Fragen nach den letzten physischen Ursachen so complicirter Erscheinungen ist in dem jetzigen Zustande unsers Wissens bisher keine befriedigende Antwort zu geben. Nur was in den dreifachen Manifestationen der Erdkraft sich als meßbare Verhältnisse des Raums und der Zeit, als das Gesetzmäßige im Veränderlichen darbietet, hat durch Bestimmung numerischer Mittelwerthe neuerdings die glänzendsten Fortschritte gemacht. Von Toronto in Ober-Canada an bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung und zu Van Diemens Land, von Paris bis Peking ist die Erde seit dem Jahre 1828 mit magnetischen Warten*) bedeckt worden, in denen ununterbrochen durch gleichzeitige Beobachtungen jede regelmäßige Regung der Erdkraft erspähet wird. Man mißt eine Abnahme von $\frac{1}{40000}$ der magnetischen Intensität, man beobachtet zu gewissen Epochen 24 Stunden lang alle $2\frac{1}{2}$ Minuten. Ein großer englischer Astronom und Physiker hat berechnet†), daß die Masse der Beobachtungen, welche zu discutiren sind, in drei

*) S. die Abhandlung on Terrestrial Magnetism im Quart. Review 1840 Vol. LXVI. p. 271—312.

†) Als die erste Aufforderung zur Errichtung dieser Warten (eines Netzes von Stationen, die mit gleichartigen Instrumenten versehen sind) von mir ausging, durfte ich nicht die Hoffnung hegen, daß ich selbst noch die Zeit erleben würde, wo durch die vereinte Thätigkeit trefflicher Physiker und Astronomen, hauptsächlich aber durch die großartige und ausdauernde Unterstützung zweier Regierungen, der russischen und großbritannischen, beide Hemisphären mit magnetischen Häusern gleichsam bedeckt sein würden. Ich hatte in den Jahren 1806 und 1807 zu Berlin mit meinem Freunde und Mitarbeiter Herrn Olmanns, besonders zur Zeit der Solstitien und Aequinoctien, 5—6 Tage und eben so viel Nächte ununterbrochen von Stunde zu Stunde, oft von halber zu halber Stunde, den Gang der Nadel beobachtet. Ich hatte mich überzeugt, daß fortlaufende, ununterbrochene Beobachtungen (observatio perpetua) von mehreren Tagen und Nächten den vereinzelten Beobachtungen vieler Monate vorzuziehen seien. Der Apparat, ein Pronysches magnetisches Fernrohr, in einem Glaskasten an einem Faden ohne Torsion aufgehängt, gab an einem fern aufgestellten Fein getheilten, bei Nacht durch Lampen erleuchteten Signale Winkel von 7 bis 8 Sekunden. Magnetische Perturbationen (Angewitter), die bisweilen in mehreren auf einander folgenden Nächten zu denselben Stunden wiederkehrten, ließen mich schon damals den lebhaftesten Wunsch äußern, ähnliche Apparate in Westen und Osten von Berlin benutzt zu sehen, um allgemeine tellurische Phänomene von dem zu unterscheiden, was localen Störungen im Innern des ungleich erwärmten Erdkörpers oder in der wolkenbildenden Atmosphäre zugehörte. Meine Abreise nach Paris und die lange politische Unruhe im ganzen westlichen Europa hinderten damals die Erfüllung jenes Wunsches. Das Licht, welches (1820) die große Entdeckung Dersteds über den inneren Zusammenhang der Electricität und des Magnetismus verbreitete, erweckte endlich, nach langem Schlummer, ein allgemeines Interesse für den periodischen Wechsel der electro-magnetischen Ladung des Erdkörpers. Arago, der mehrere Jahre früher in der Sternwarte zu Paris, mit einem neuen vortrefflichen Gambyschen Declinations-Instrumente, die längste ununterbrochene Reihe ständlicher Beobachtungen begonnen hatte, welche wir in Europa besitzen, zeigte durch Vergleichung mit gleichzeitigen Perturbations-Beobachtungen in Kasan, welchen

Gewinn man aus correspondirenden Messungen der Abweichung ziehen könne. Als ich nach einem 18jährigen Aufenthalt in Frankreich nach Berlin zurückkehrte, ließ ich im Herbst 1828 ein kleines magnetisches Haus auführen: nicht bloß, um die 1806 begonnene Arbeit fortzusetzen, sondern hauptsächlich, damit zu verabredeten Stunden gleichzeitig in Berlin, Paris und Freiberg (in einer Reihe von 35 Nachtern unter Tage) beobachtet werden könne. Die Gleichzeitigkeit der Perturbationen und der Parallelismus der Bewegungen für October und December 1829 wurde damals schon graphisch dargestellt (Voggenb. Annalen Bd. XIX. S. 357 Tafel I—III). Eine auf Befehl des Kaisers von Rußland im Jahre 1829 unternommene Expedition im nördlichen Asien gab mir bald Gelegenheit, meinen Plan in einem größeren Maßstabe auszuüben. Es wurde dieser Plan in einer von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften speciell ernannten Commission entwickelt; und unter dem Schutze des Chefs des Bergcorps, Grafen von Cancrin, und der vortrefflichen Leitung des Prof. Kupffer kamen magnetische Stationen von Nicolajeff an durch das ganze nördliche Asien über Catharinenburg, Barnaul und Nerzhinsk bis Peking zu Stande. Das Jahr 1832 (Göttinger gelehrte Anzeigen St. 206) bezeichnet die große Epoche, in welcher der tief sinnige Gründer einer allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus, Friedrich Gauß, in der Göttinger Sternwarte die nach neuen Principien construirten Apparate aufstellte. Das magnetische Observatorium war 1834 vollendet, und in demselben Jahre (Resultate der Beob. des magnetischen Vereins im Jahr 1838 S. 135 und Voggenb. Annalen Bd. XXXIII. S. 426) verbreitete Gauß seine Instrumente und Beobachtungsmethode, an denen der sinnreiche Physiker Wilhelm Weber den lebhaftesten Antheil nahm, über einen großen Theil von Deutschland, Schweden und ganz Italien. In diesem nun von Göttingen wie von einem Centrum ausgehenden magnetischen Vereine wurden seit 1836 vier Jahresstermine von 24stündiger Dauer festgesetzt, welche mit denen der Aequinoctien und Solstitien, die ich befolgt und 1830 vorgeschlagen hatte, nicht übereinstimmen. Bis dahin hatte Großbritannien, im Besitze des größten Welthandels und der ausgebreitetsten Schifffahrt, keinen Theil an der Bewegung genommen, welche seit 1823 wichtige Resultate für die erstere Ergründung des tellurischen Magnetismus zu verheissen anfang. Ich war so glücklich, durch eine öffentliche Aufforderung, die ich von Berlin aus unmittelbar an den damaligen Präsidenten

Jahren auf 1958000 anwachsen wird. Nie ist eine so großartige, so erfreuliche Anstrengung gezeigt worden, um das Quantitative der Gesetze in einer Naturerscheinung zu ergründen. Man darf daher wohl mit Recht hoffen, daß diese Gesetze, mit denen verglichen, welche im Luftkreise und in noch ferneren Räumen walten, uns allmählich dem Genetischen der magnetischen Erscheinungen selbst näher führen werden. Bis jetzt können wir uns nur rühmen, daß eine größere Zahl möglicher, zur Erklärung führender Wege eröffnet worden sind. In der physischen Lehre vom Erdmagnetismus, welche mit der rein mathematischen nicht verwechselt werden darf, finden sich, wie in der Lehre von den meteorologischen Processen des Luftkreises, diejenigen vollkommen befriedigt, die in den Erscheinungen bequem alles Factische weglängnen, was sie nicht nach ihren Ansichten erklären können.

Der tellurische Magnetismus, die electro-dynamischen, von dem gestrichenen Ampère*) gemessenen Kräfte, stehen gleichzeitig in innigem Verkehre mit dem Erd- oder Polar-Lichte, wie mit der inneren und äußeren Wärme des Planeten, dessen Magnet-Pole als Kälte-Pole†) betrachtet werden. Wenn Halley‡) vor 128 Jahren nur als eine gewagte Vermuthung aussprach, daß das Nordlicht eine magnetische Erscheinung sei, so hat Faraday's glänzende Entdeckung (Lichtentwidelung durch magnetische Kräfte) jene Vermuthung zu einer empirischen Gewißheit erhoben. Es giebt Vorboten des Nordlichtes. Bereits am Morgen vor der nächtlichen Lichterscheinung verkündigt gewöhnlich der unregelmäßige stündliche Gang der Magnetnadel eine Störung des Gleichgewichts in der Vertheilung des Erdmagnetismus. Wenn diese Störung eine große Stärke erreicht, so wird das Gleichgewicht der Vertheilung durch eine von Lichtentwidelung begleitete Entladung wiederhergestellt. „Das Nordlicht||) selbst ist dann nicht als eine äußere Ursache der Stö-

der Königl. Societät zu London, den Herzog von Suffer, im April 1836 richtete (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du magnétisme terrestre par l'établissement de stations magnétiques et d'observations correspondantes), ein wohlwollendes Interesse für ein Unternehmen zu erregen, dessen Erweiterung längst das Ziel meiner heißesten Wünsche war. Ich drang in dem Briefe an den Herzog von Suffer auf permanente Stationen in Canada, St. Helena, auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Sie de France, Ceylon und Neu-Holland, welche ich schon fünf Jahre früher als vortheilhaft bezeichnet hatte. Es wurde in dem Schooße der Royal Society ein Joint Physical and Meteorological Committee ernannt, welches der Regierung neben den fixed magnetic Observatories in beiden Hemisphären ein equipment of a naval Expedition for magnetic observations in the Antarctic Seas vorschlug. Was die Wissenschaft in dieser Angelegenheit der großen Thätigkeit von Sir John Herschel, Sabine, Airy und Lloyd, wie der mächtigen Unterstützung der 1838 zu Newcastle versammelten British Association for the advancement of Science verdankt, brauche ich hier nicht zu entwickeln. Im Junius 1839 wurde die magnetische antarctische Expedition unter dem Befehle des Capitäns James Clark Ross beschloffen; und jetzt, da sie ruhmvoll zurückgekehrt ist, genießen wir ansehnliche Früchte, die der wichtigsten geographischen Entdeckungen am Südpole und die gleichzeitig-ge Beobachtungen in 8 bis 10 magnetischen Stationen.

*) Ampère, statt die innere Erdwärme einem Uebergange der Stoffe aus dem dunstartig-flüssigen in den starren Zustand bei Bildung des Planeten zuzuschreiben, hing der mir sehr unwahrscheinlichen Meinung an, die Erdwärme sei Folge der fortbauenden chemischen Wirkung eines Kernes von Erd- und alkalischen Metallen gegen die sich ordnende äußere Rinde. „On ne peut douter, sagt er in der meisterhaften Theorie des phénomènes electro-dynamiques (1826 p. 199),

qu'il existe dans l'intérieur du Globe des courants électro-magnétiques et que ces courants sont la cause de la chaleur qui lui est propre. Ils naissent d'un noyau métallique central composé des métaux que Sir Humphrey Davy nous a fait connaître, agissant sur la couche oxidée qui entoure le noyau."

†) Der denkwürdige Zusammenhang zwischen der Krümmung der magnetischen Linien und der Krümmung meiner Isothermen ist zuerst von Sir David Brewster aufgefunden worden; s. Transactions of the Royal Society of Edinburgh Vol. IX. 1821 p. 318 und Treatise on Magnetism 1837 p. 42, 44, 47 und 268. Dieser berühmte Physiker nimmt in der nördlichen Erdhälfte zwei Kältepole (poles of maximum cold) an, einen amerikanischen (Br. 73°, Länge 102° West, nahe bei Cap Walker) und einen asiatischen (Br. 73°, Länge 78° Ost); daraus entstehen nach ihm zwei Wärme- und zwei Kälte-Meridiane, d. h. Meridiane der größten Wärme und Kälte. Schon im 16ten Jahrhunderte lehrte Acosta (Historia natural de las Indias 1589 lib. I cap. 17), indem er sich auf die Beobachtungen eines vielerfahrenen portugiesischen Piloten gründete, daß es vier Linien ohne Abweichung gebe. Diese Ansicht scheint durch die Streitigkeiten des Henry Bond (Verfasser der Longitude found 1676) mit DeBorrows aus Halley's Theorie der vier Magnetpole einigen Einfluß gehabt zu haben. S. mein Examen critique de l'hist. de la Géographie T. III. p. 60.

‡) Halley in den Philosophical Transactions Vol. XXIX. (for 1714—1716) No. 341.

§) Done in Poggenдорff's Annalen Bd. XX. S. 341, Bd. XIX. S. 388; „Die Declinationsnadel verhält sich ungefähr wie ein atmosphärisches Electrometer, dessen Divergenz ebenfalls die gesteigerte Spannung der Electricität erzeugt, eben diese so groß geworden ist, daß der Funken (Blitz) überschlagen kann.“ Vergl. auch die scharfsinnigen Betrachtungen des Prof. R. a m g in seinem Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. S. 511—519; Sir David Brewster, Treatise on Magnetism p.

rung anzusehen, sondern vielmehr als eine bis zum leuchtenden Phänomen gesteigerte tellurische Thätigkeit, deren eine Seite jenes Leuchten, die andere die Schwingungen der Nadel sind.“ Die prachtvolle Erscheinung des farbigen Polarlichtes ist der Act der Entladung, das Ende eines magnetischen Ungewitters, wie in dem electrischen Ungewitter ebenfalls eine Lichtentwicklung, der Blitz, die Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts in der Vertheilung der Electricität bezeichnet. Das electrische Ungewitter ist gewöhnlich auf einen kleinen Raum eingeschränkt, und außerhalb desselben bleibt der Zustand der Lustelectricität ungeändert. Das magnetische Ungewitter dagegen offenbart seine Wirkung auf den Gang der Nadel über große Theile der Continente; wie Arago zuerst entdeckt hat, fern von dem Orte, wo die Lichtentwicklung sichtbar wird. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß, wie bei schwer geladenem, drohendem Gewölke und bei oftmaligem Uebergehen der Lustelectricität in einen entgegengesetzten Zustand es doch nicht immer zur Entladung in Blitzen kommt; so auch magnetische Ungewitter große Störungen des stündlichen Ganges der Nadel in weitem Umtreise hervorrufen können, ohne daß das Gleichgewicht der Vertheilung *notwendig* durch Explosion, durch leuchtendes Ueberströmen von einem Pol zum Aequator oder gar von Pol zu Pol erneuert werden müsse.

Wenn man alle Einzelheiten der Erscheinung in ein Bild zusammenfassen will, so sind die Entstehung und der Verlauf eines sich ganz ausbildenden Nordlichtes also zu bezeichnen. Tief am Horizont, ungefähr in der Gegend, wo dieser vom magnetischen Meridian durchschnitten wird, schwärzt sich der vorher heitere Himmel. Es bildet sich wie eine dicke Nebelwand, die allmählig aufsteigt und eine Höhe von 8 bis 10 Graden erreicht. Die Farbe des dunklen Segments geht ins Braune oder Violette über. Sterne sind sichtbar in dieser wie durch einen dichten Rauch verfinsterten Himmelsgegend. Ein breiter, aber hell-leuchtender Lichtbogen, erst weiß, dann gelb, begrenzt das dunkle Segment; da aber der glänzende Bogen später entsteht, als das rauchgraue Segment, so kann man nach Argelander (letzteres nicht*) einem bloßen Contraste mit dem helleren Lichtsaume zuschreiben. Der höchste Punkt des Lichtbogens ist, wo er genau gemessen †) worden ist, gewöhnlich nicht ganz im magnetischen Meridian, sondern 5°—18° abweichend nach der Seite, wohin die Magnet-Declination des Orts sich richtet. Im hohen Norden, dem Magnetpole sehr nahe, erscheint das rauchähnliche Kugelsegment weniger dunkel, bisweilen gar nicht. Dort auch, wo die Horizontalkraft am schwächsten ist, sieht man die Mitte des Lichtbogens von dem magnetischen Meridian am weitesten entfernt.

Der Lichtbogen, in stetem Aufwallen und formveränderndem Schwanken, bleibt bisweilen Stunden lang stehen, ehe Strahlen und Strahlenbündel aus demselben hervorschießen und bis zum Zenith hinaustragen. Je intensiver die Entladungen des Nordlichts sind, desto lebhafter spielen die Farben vom Violetten und bläulich Weißen durch alle Abstufungen bis in das Grüne und Purpurrothe. Auch bei der gewöhnlichen, durch Reibung erregten Electricität ist der Funke erst dann gefärbt, wenn nach großer Spannung die Explosion sehr heftig ist. Die magnetischen Feuer säulen steigen bald aus dem Lichtbogen allein hervor, selbst mit schwarzen, einem dicken Rauche ähnlichen Strahlen gemengt; bald erheben sie sich gleichzeitig an vielen entgegengesetzten Punkten des Horizontes und vereinigen sich in ein zuckendes Flammenmeer, dessen Pracht keine Schilderung erreichen kann, da es in jedem Augenblick seinen leuchtenden Wellen andere und andere Gestaltungen

280. Ueber die magnetischen Eigenschaften des galvanischen Flammen- oder Lichtbogens an einer Bunsen'schen Koblenzinfusibatterie s. Casselmann's Beob. (Marsburg 1841) S. 56—62.

*) Argelander in dem wichtigen Aufsatze über das Nordlicht, welchen er den Vorträgen, gehalten in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, Bd. I. 1834 S. 257—264 einverleibt hat.

†) Ueber die Resultate der Beobachtungen von Lotz, Drayais und Silberström, welche einen Winter in Bofesop an der lapländischen Küste (Br. 70°) zugebracht und in 210 Nächten 160 Nordlichter gesehen haben, s. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. X. p. 289 und Martins, Météorologie 1843 p. 453. Veral. auch Argelander in den Vorträgen, geh. in der Königsberg. Gesellschaft, Bd. I. S. 259.

glebt. Die Intensität dieses Lichts ist zu Zeiten so groß, daß Lovenöörn (29. Jan. 1786) bei hellem Sonnenscheine Schwingungen des Polarlichtes erkannte. Die Bewegung vermehrt die Sichtbarkeit der Erscheinung. Um den Punkt des Himmelsgewölbes, welcher der Richtung der Neigungs-Nadel entspricht, schaaren sich endlich die Strahlen zusammen und bilden die sogenannte Krone des Nordlichts. Sie umgiebt wie den Gipfel eines Himmelzeltes mit einem milderen Glanze und ohne Wallung im ausströmenden Lichte. Nur in seltenen Fällen gelangt die Erscheinung bis zur vollständigen Bildung der Krone; mit derselben hat sie aber stets ihr Ende erreicht. Die Strahlungen werden nun seltener, kürzer und farbenloser. Die Krone und alle Lichtbögen brechen auf. Bald sieht man am ganzen Himmelsgewölbe unregelmäßig zerstreut nur breite, blasse, fast aschgrau leuchtende, unbewegliche Flecke; auch sie verschwinden früher als die Spur des dunklen rauchartigen Segments, das noch tief am Horizonte steht. Es bleibt oft zuletzt von dem ganzen Schauspiel nur ein weißes, zartes Gewölk übrig, an den Rändern gesiebert oder in kleine runde Häufchen (als cirro-cumulus) mit gleichen Abständen getheilt.

Dieser Zusammenhang des Polarlichtes mit den feinsten Cirrus-Wölkchen verdient eine besondere Aufmerksamkeit, weil er uns die electro-magnetische Lichtentwidelung als Theil eines meteorologischen Processes zeigt. Der tellurische Magnetismus offenbart sich hier in seiner Wirkung auf den Dunskreis, auf die Condensation der Wasserdämpfe. Was Thienemann, welcher die sogenannten Schäfchen für das Substrat des Nordlichts hält, in Island gesehen, ist in neueren Zeiten von Franklin und Richardson nahe am amerikanischen Nordpole, vom Admiral Wrangel an den sibirischen Küsten des Eismeres bestätigt worden. Alle bemerkten, „daß das Nordlicht die lebhaftesten Strahlen dann schoß, wenn in der hohen Lustregion Massen des Cirro-Stratus schwebten, und wenn diese so dünn waren, daß ihre Gegenwart nur durch die Entstehung eines Hofes um den Mond erkannt werden konnte.“ Die Wolken ordneten sich bisweilen schon bei Tage auf eine ähnliche Art als die Strahlen des Nordlichts, und beunruhigten dann wie diese die Magnetenadel. Nach einem großen nächtlichen Nordlichte erkannte man früh am Morgen dieselben an einander gereihten Wolkenstreifen, welche vorher leuchtend gewesen waren*). Die scheinbar convergirenden Polarzonen (Wolkenstreifen in der Richtung des magnetischen Meridians), welche mich auf meinen Reisen auf der Hochebene von Mexico wie im nördlichen Asien anhaltend beschäftigt haben, gehören wahrscheinlich zu derselben Gruppe der Tages-Erscheinungen †).

*) John Franklin, Narrative of a Journey to the shores of the Polar Sea in the years 1819—1822 p. 552 und 597; Thienemann im Edinburgh Phil. Journal Vol. XX. p. 366; Farguharson a. a. D. Vol. VI. p. 392; Wrangel, Phys. Beob. S. 59. PARRY sah selbst den großen Nordlichtbogen bei Tage stehen bleiben; Journal of a second Voyage, performed in 1821—1823, p. 156. Etwas Ähnliches war am 9. Sept. 1827 in England bemerkt worden. Man unterschied am hellen Mittag einen 20° hohen Lichtbogen und leuchtende aus ihm aufsteigende Säulen in einem nach vorhergegangenen Regen klar gewordenen Theile des Himmels. Journal of the Royal Institution of Gr. Britain 1828 Jan. p. 429.

†) Ich habe nach der Rückkunft von meiner amerikanischen Reise die ausarten, wie durch die Wirkung abgestoßener Kräfte sehr gleichmäßig unterbrochenen Wolken-Häufchen (cirro-cumulus) als Polarstreifen (bandes polaires) beschrieben, weil ihre perspectivischen Convergenzpunkte meist anfangs in den Magnetpolen liegen, so daß die parallelen Reihen der Schäfchen dem magnetischen Meridiane folgen. Eine Eigentümlichkeit dieses räthselhaften Phänomens ist das Hin- und Herschwanfen, oder zu anderer Zeit das allmähliche regelmäßige Fortschreiten des Convergenz-Punktes. Gewöhn-

lich sind die Streifen nur nach einer Weltgegend ganz ausgebildet, und in der Bewegung sieht man sie, erst von S. nach N., und allmählig von D. nach W. gerichtet. Veränderten Luftströmen in der obersten Region der Atmosphäre möchte ich das Fortschreiten der Zonen nicht zuschreiben. Sie entstehen bei sehr ruhiger Luft und großer Heiterkeit des Himmels, und sind unter den Tropen viel häufiger als in der gemäßigten und kalten Zone. Ich habe das Phänomen in der Andesfette fast unter dem Aequator in 14000 Fuß Höhe, wie im nördlichen Asien in den Ebenen zu Kaschnojarski, südlich von Buchtarminsk, sich so auffallend gleich entwickeln sehen, daß man es als einen weitverbreiteten von allgemeinen Naturkräften abhängigen Proceß zu betrachten hat. S. die wichtigsten Bemerkungen von Kämpf (Vorlesungen über Meteorologie 1840 S. 146), wie die neueren von Martins und Bravais Meteorologie 1843 p. 117). Bei Süd-Polarbanden, aus sehr leichtem Gewölk zusammengesetzt, welche Arago bei Tage den 23. Juni 1844 zu Paris bemerkte, schossen aus einem von Osten gegen Westen gerichteten Bogen dunkle Strahlen aufwärts. Wir haben schon oben bei nächtlich leuchtenden Nord-Polarlichtern schwarzer, einem dunkeln Rauche ähnlicher Strahlen erwähnt.

Südlichter sind oft von dem scharfsinnigen und fleißigen Beobachter Dalton in England, Nordlichter in der südlichen Hemisphäre bis 45° Breite (14. Jan. 1831) gesehen worden. In nicht sehr seltenen Fällen ist das Gleichgewicht an beiden Polen gleichzeitig gestört. Ich habe bestimmt ergründet, daß bis in die Tropenregion, selbst in Mexico und Peru, Nord-Polarlichter gesehen worden sind. Man muß unterscheiden zwischen der Sphäre gleichzeitiger Sichtbarkeit der Erscheinung und der Erdzone, in welcher die Erscheinung fast jede Nacht gesehen wird. Jeder Beobachter sieht gewiß, wie seinen eigenen Regenbogen, so auch sein eigenes Polarlicht. Ein großer Theil der Erde erzeugt zugleich das ausströmende Lichtphänomen. Man kann viele Nächte angeben, in denen es in England und in Pennsylvanien, in Rom und in Peking gleichzeitig beobachtet wurde. Wenn man behauptet, daß die Polarlichter mit der abnehmenden Breite abnehmen, so muß man die Breite als eine magnetische, durch den Abstand vom Magnetpole gemessene betrachten. In Island, in Grönland, in Terre Neuve, an den Ufern des Slavensees oder zu Fort Enterprise in Nord-Canada entzündeten sie sich zu gewissen Jahreszeiten fast jede Nacht und feiern, wie die Einwohner der Shetland-Inseln *) es nennen, in zuckenden Strahlen den „lustigen Himmelstanz.“ Während in Italien das Nordlicht eine große Seltenheit ist, sieht man es wegen der südlichen Lage des amerikanischen Magnetpols überaus häufig in der Breite von Philadelphia ($39^\circ 57'$). Aber auch in den Gegenden, welche in dem neuen Continent und an den sibirischen Küsten sich durch große Frequenz des Phänomens auszeichnen, giebt es so zu sagen besondere Nordlichtstriche, Längenzonen, in denen das Polarlicht vorzüglich †) glänzend und prachtvoll ist. Vertikale Einflüsse sind also nicht zu verkennen. Wrangel sah den Glanz abnehmen, so wie er sich um Nischne-Rolymsk vom Littoral des Eismers entfernte. Die auf der Nordpol-Expedition gesammelten Erfahrungen scheinen zu beweisen, daß ganz nahe um den Magnetpol die Lichtentbindung auf das wenigste um nichts stärker und häufiger, als in einiger Entfernung davon ist.

Was wir von der Höhe des Polarlichts wissen, gründet sich auf Messungen, die ihrer Natur nach wegen der beständigen Oscillation der Lichterscheinung und daraus entstehender Unsicherheit des parallactischen Winkels nicht viel Vertrauen einsößen können. Die erlangten Resultate schwanken, um nicht veralteter Angaben zu erwähnen, zwischen einigen Meilen und einer Höhe von drei- bis viertausend Fuß ‡). Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das Nordlicht zu verschiedenen Zeiten eine sehr verschiedene Entfernung habe. Die neuesten Beobachter sind geneigt, das Phänomen nicht an die Grenze der Atmosphäre, sondern in die Wolkenregion selbst zu versetzen; sie glauben sogar, daß die Nordlichtstrahlen durch Winde und Luftströmungen bewegt werden können, wenn wirklich das Lichtphänomen, durch welches uns allein das Dasein einer electro-magnetischen Strömung bemerkbar wird, an materielle Gruppen beweglicher Dunstbläschen gebunden ist oder, besser zu sagen, dieselben durchdringt, von einem Bläschen zum anderen überspringend. Franklin hat am Bärensee ein strahlendes Nordlicht gesehen, von dem er glaubte, daß es die untere Seite der Wolkenlicht erleuchtete: während daß nur $4\frac{1}{2}$ geogr. Meile davon Kendall, welcher die ganze Nacht über die Wache hatte und das Himmelsgewölbe keinen Augenblick aus den Augen verlor, gar keine Lichterscheinung bemerkte. Das neuerdings mehrfach behauptete Niederschießen von Nordlichtstrahlen nahe zur Erde, zwischen dem Beobachter und einem nahen Hügel, bietet, wie beim Blitze und bei dem Fall von Feuerkugeln, eine vielfache Gefahr optischer Täuschung dar.

Ob das magnetische Gewitter, von dem wir so eben ein merkwürdiges Beispiel großer örtlicher Beschränktheit angegeben, mit dem electrischen Gewitter außer dem Lichte

*) Das Nordlicht heißt auf den Shetland-Inseln *the merry dancers*. Kendall im *Quarterly Journal of Science*, new Series Vol. IV. p. 395.

der neuen Ausgabe von Gehler's Physik. Wörterbuch Bd. VII, 1. S. 113—268, besonders S. 158.

†) Farquharson im *Edinb. Philos. Journal* Vol. XVI. p. 304; *Philos. Transact.* for 1829 p. 113.

‡) Siehe die vortreffliche Arbeit von Munde in

auch das Geräusch gemein habe, ist überaus zweifelhaft geworden, da man nicht mehr unbedingt den Erzählungen der Grönlandfahrer und sibirischen Fuchsjäger traut. Die Nordlichter sind schweigsamer geworden, seitdem man sie genauer zu beobachten und zu he-
tauschen versteht. Parry, Franklin und Richardson am Nordpol, Thienemann in Island, Gieseke in Grönland, Lottin und Bravais am Nordcap, Wrangel und Anjou an der Küste des Eismeres haben zusammen an tausend Nordlichter gesehen, und nie irgend ein Ge-
räusch vernommen. Will man diese negativen Zeugnisse gegen zwei positive von Hearne an der Mündung des Kupferflusses und von Henderson in Island nicht gelten lassen, so
muß man in Erinnerung bringen, daß Hood dasselbe Geräusch wie von schnell bewegten
Flintenkugeln und von leisem Krachen zwar während eines Nordlichts, aber dann auch am
folgenden Tage ohne alles Nordlicht vernahm; man muß nicht vergessen, wie Wrangel und
Gieseke zur festen Ueberzeugung gelangten, daß das gehörte Geräusch dem Zusammenziehen
des Eises und der Schneefruste, bei einer plötzlichen Erkaltung des Luftkreises, zuzuschreiben
sei. Der Glaube an ein knisterndes Geräusch ist nicht in dem Volke, sondern bei ge-
lehrten Reisenden wohl deshalb entstanden, weil man schon in früher Zeit, wegen des
Leuchtens der Electricität in luftverdünnten Räumen, das Nordlicht für eine Wirkung
atmosphärischer Electricität erklärte, und hörte, was man zu hören wünschte. Neue mit
sehr empfindlichen Electrometern angestellte Versuche haben gegen alle Erwartung bisher
nur negative Resultate gegeben. Der Zustand der Luotelectricität ward während der stärk-
sten Nordlichter nicht verändert gefunden.

Dagegen werden alle drei Kräftäusserungen des tellurischen Magnetismus, Abweichung,
Inclination und Intensität, zugleich von dem Polarlicht verändert. In einer und der-
selben Nacht wirkt dasselbe auf das eine Ende der Nadel bald anziehend, bald abstoßend,
in verschiedenen Stunden seiner Entwicklung. Die Behauptung, daß nach den von Parry
in der Nähe des Magnetpols auf Melville's Inseln gesammelten Thatfachen die Nordlich-
ter die Magnetnadel nicht afficirten, sondern vielmehr als eine „beruhigende“ Potenz wirk-
ten, ist durch die genauere Untersuchung *) von Parry's eigenem Reisejournale und durch
die schönen Beobachtungen von Richardson, Hood und Franklin in Nord-Canada, wie zu-
letzt von Bravais und Lottin in Lapland hinlänglich widerlegt worden. Der Proceß des
Nordlichts ist, wie wir schon oben bemerkt, der Act der Wiederherstellung eines gestörten
Gleichgewichts. Die Wirkung auf die Nadel ist nach dem Maaß der Stärke in der Explo-
sion verschieden. Sie war in der nächtlichen Winterstation zu Vosselop nur dann unmerk-
lich, wenn die Lichterscheinung sich sehr schwach und tief am Horizont zeigte. Die auf-
schießenden Strahlencylinder hat man scharfsinnig mit der Flamme verglichen, welche in
dem geschlossenen Kreise der Volta'schen Säule zwischen zwei weit von einander entfernten
Kohlenspitzen, oder nach Jizeau zwischen einer Silber- und einer Kohlenspitze entsteht, und
die von dem Magnete angezogen oder abgestoßen wird. Diese Analogie macht wenigstens
die Annahme metallischer Dämpfe im Dunstkreise entbehrlich, welche berühmte Physiker als
Substrat des Nordlichts betrachten.

Wenn das leuchtende Phänomen, das wir einem galvanischen Strome, d. h. einer Be-
wegung der Electricität in einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislaufe, zuschreiben, durch
den unbestimmten Namen des Polarlichts bezeichnet wird, so ist damit nur die örtliche
Richtung angegeben, in welcher am häufigsten, keineswegs immer, der Anfang der Lichtent-
wicklung gesehen wird. Was diesem Naturphänomen seine größere Wichtigkeit giebt, ist
die Thatfache, daß die Erde leuchtend wird, daß ein Planet, außer dem Lichte,
welches er von dem Centralkörper, der Sonne, empfängt, sich eines eigenen Lichtproceß-
ses fähig zeigt. Die Intensität des Erdlichts, oder vielmehr die Erhellung, welche
dasselbe verbreiten kann, übertrifft bei dem höchsten Glanze farbiger und nach dem Zenith

*) R ä m b, Lehrbuch der Meteorologie Bb. III. S. 498 und 501.

aufsteigender Strahlung um ein wenig das Licht des ersten Mondstertels. Bisweilen (7. Jan. 1831) hat man ohne Anstrengung Gedrucktes lesen können. Dieser, in den Polargegenden fast ununterbrochene Lichtproceß der Erde leitet uns durch Analogien auf die denkwürdige Erscheinung, welche die Venus darbietet. Der von der Sonne nicht erleuchtete Theil dieses Planeten leuchtet bisweilen mit einem eigenen phosphorischen Scheine. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Mond, Jupiter und die Cometen außer dem, durch Polarscope erkennbaren, reflectirten Sonnenlichte auch von ihnen selbst hervorgebrachtes Licht ausstrahlen. Ohne der problematischen, aber sehr gewöhnlichen Art des Wetterleuchtens zu erwähnen, in der ein ganzes, tiefliegendes Gewölk viele Minuten lang ununterbrochen flimmernd leuchtet, finden wir in unserm Dunstkreise selbst noch andere Beispiele irdischer Lichterzeugung. Dahin gehören der berühmte bei Nacht leuchtende trockne Nebel der Jahre 1783 und 1831; der stille, von Rozier und Beccaria beobachtete Lichtproceß großer Wolken, ohne alles Flimmern; ja, wie Arago *) scharfsinnig bemerkt, das schwache diffuse Licht, welches in tief bewölkten, mond- und sternlosen Herbst- und Winternächten, ohne Schnee, unter freiem Himmel unsere Schritte leitet. Wie im Polarlichte, im electro-magnetischen Ungewitter, in hohen Breiten die Fluth des bewegten, oft farbigen Lichtes den Luftkreis durchströmt, so sind in der heißen Zone der Tropen viele tausend Quadratmeilen des Oceans gleichzeitig lichterzeugend. Hier gehört der Zauber des Lichtes den organischen Kräften der Natur an. Lichtschäumend kräuselt sich die überschlagenthe Welle, Funken sprühet die weite Fläche, und jeder Funke ist die Lebensregung einer unsichtbaren Thierwelt. So mannigfaltig ist der Urquell des irdischen Lichtes. Soll man es sich gar noch verborgen, unentfesselt, in Dämpfen gebunden denken, zur Erklärung der Moser'schen Bilder aus der Ferne, einer Entdeckung, in welcher uns die Wirklichkeit bisher wie ein geheimnißschweres Traumbild erscheint?

So wie die innere Wärme unsers Planeten auf der einen Seite mit der Erregung electro-magnetischer Strömungen und dem Lichtproceß der Erde (einer Folge des Ausbruchs eines magnetischen Ungewitters) zusammenhängt, so offenbart sie sich auch auf der andern Seite als eine Hauptquelle geognostischer Phänomene. Wir betrachten diese in ihrer Verkettung und in ihrem Uebergange von einer bloß dynamischen Erschütterung und von der Hebung ganzer Continente und Gebirgsmassen zu der Erzeugung und zum Erguß von gasförmigen und tropfbaren Flüssigkeiten, von heißem Schlamm, von glühenden und geschmolzenen Erden, die sich als kristallinische Gebirgsarten erhärten. Es ist ein nicht geringer Fortschritt der neueren Geognoste (des mineralogischen Theils der Physik der Erde), die hier bezeichnete Verkettung der Erscheinungen ergründet zu haben. Die Einsicht derselben leitet von den spielenden Hypothesen ab, durch welche man vormals jede Kraftäußerung des alten Erdballs einzeln zu erklären suchte; sie zeigt die Verbindung von dem Hervortreten verschiedenartiger Stoffe mit dem, was nur der räumlichen Veränderung (Erschütterung oder Hebung) angehört; sie reiht Gruppen von Erscheinungen, welche auf den ersten Anblick sich als sehr heterogen darbieten: Thermalquellen, Ausströmungen von Kohlenäure und Schwefeldämpfen, harmlose Salzen (Schlamm-Ausbrüche) und die furchtbaren Verheerungen feuerspeiender Berge, an einander. In einem großen Naturbilde schmilzt dies alles in den einigen Begriff der Reaction des Inneren eines Planeten gegen seine Rinde und Oberfläche zusammen. So erkennen wir in den Tiefen der Erde, in ihrer mit dem Abstand von der Oberfläche zunehmender Temperatur gleichzeitig die Keime erschütternder Bewegung, allmäliger Hebung ganzer Continente (wie der Bergketten auf langen Spalten), vulkanischer Ausbrüche und mannigfaltiger Erzeugung von Mine-

*) Arago über die trocknen Nebel von 1783 und 1831, welche die Nacht erleuchteten, im *Annuaire du Bureau des Longitudes* 1832 p. 246 und 250; und über sonderbare Lichterscheinungen in Wolken ohne Gewitter s. *Notices sur la Tonnerre* im *Annuaire pour l'an 1838*, p. 279—285.

ralien und Gebirgsarten. Aber nicht die unorganische Natur allein ist unter dem Einflusse dieser Reaction des Innern gegen das Aeußere geblieben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß in der Urwelt mächtigere Ausströmungen von kohlensaurem Gas, dem Luftkreise beigemischt, den kohlenscheidenden Proceß des Pflanzenlebens erhöhten, und daß so in waldzerstörenden Revolutionen ein unerschöpfliches Material von Brennstoff (Kigniten und Steinkohlen) in den oberen Erdschichten vergraben wurde. Auch die Schicksale der Menschheit erkennen wir als theilweise abhängig von der Gestaltung der äufseren Erdrinde, von der Richtung der Gebirgszüge und Hochländer, von der Gliederung der gehobenen Continente. Dem forschenden Geiste ist es gegeben, in der Kette der Erscheinungen von Glied zu Glied bis dahin aufzusteigen, wo bei Erstarrung des Planeten, bei dem ersten Uebergange der geballten Materie aus der Dunstform, sich die innere Erdwärme entwickelte, welche nicht der Wirkung der Sonne zugehört.

Um den Causalzusammenhang der geognostischen Erscheinungen übersichtlich zu schildern, beginnen wir mit denen, deren Hauptcharakter dynamisch ist, in Bewegung und räumlicher Veränderung besteht. Erdbeben, Erderschütterungen zeichnen sich aus durch schnell auf einander folgende senkrechte, oder horizontale, oder rotatorische Schwingungen. Bei der nicht unbeträchtlichen Zahl derselben, die ich in beiden Welttheilen, auf dem festen Lande und zur See erlebt, haben die zwei ersten Arten der Bewegung mir sehr oft gleichzeitig erschienen. Die minenartige Erloschen, senkrechte Wirkung von unten nach oben, hat sich am auffallendsten bei dem Umsturze der Stadt Niobamba (1797) gezeigt, wo viele Leichname der Einwohner auf den mehrere hundert Fuß hohen Hügel la Cullca, jenseits des Flüsschens von Lican, geschleudert wurden. Die Fortpflanzung geschieht meist in linearer Richtung wellenförmig, mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 7 geographischen Meilen in der Minute; theils in Erschütterungskreisen oder großen Ellipsen, in denen wie aus einem Centrum die Schwingungen sich mit abnehmender Stärke gegen den Umfang fortpflanzen. Es giebt Gegenden, die zu zwei sich schneidenden Erschütterungskreisen gehören. Im nördlichen Asien, in welchem der Vater der Geschichte*), wie später Theophylactus Simocatta†), die scythischen Länder frei von Erdbeben nannte, habe ich den südlichen metallreichen Theil des Altai-Gebirges unter dem zwiefachen Einflusse der Erschütterungs-Heerde vom Baikal-See und von den Vulkanen des Himmelsgebirges (Thian-schan) gefunden‡). Wenn die Erschütterungskreise sich durchschneiden, wenn z. B. eine Hochebene zwischen zwei gleichzeitig in Ausbruch begriffenen Vulkanen liegt, so können mehrere Wellensysteme gleichzeitig existiren und, wie in den Flüssigkeiten, sich gegenseitig nicht stören. Selbst Interferenz kann hier, wie bei den sich durchkreuzenden Schallwellen, gedacht werden. Die Größe der fortgepflanzten Erschütterungswellen wird an der Oberfläche der Erde nach dem allgemeinen Gesetze der Mechanik vermehrt, nach welchem bei der Mittheilung der Bewegung in elastischen Körpern die letzte, auf einer Seite frei liegende Schicht sich zu trennen strebt.

Die Erschütterungs-Wellen werden durch Pendel und Sismometer-Becken ziemlich genau in ihrer Richtung und totalen Stärke, keineswegs aber in der inneren Natur ihrer Alternanz und periodischen Intumescenz untersucht. In der Stadt Quito, die am Fuß eines noch thätigen Vulkans (des Rucu-Pichincha) 8950 Fuß über der Meeresfläche liegt, und schöne Kuppeln, hohe Kirchengewölbe und massive Häuser von mehreren Stockwerken aufzuweisen hat, bin ich oft über die Heftigkeit nächtlicher Erdstöße in Verwunderung gerathen, welche so selten Risse in dem Gemäuer verursachen, während in den peruanischen

*) Herod. IV, 28. Gegen das alte Vorurtheil (Plin. II, 80), daß Aegypten frei von Erdbeben sei, spricht schon der eine wiederhergestellte Coloss des Memnon (Petronne, La Statue voale de Memnon 1833 p. 25—26); aber freilich liegt das Nilthal außerhalb des Erschütterungs-Kreises von Byzanz, dem Archipel und Syrien (Zeller ad Aristot. Meteor. p. 584).

†) Saint-Martin in den gelehrten Noten zu Lebeau, Hist. du Bas Empire T. IX. p. 401.

‡) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 110—118. Ueber den Unterschied der Erschütterung der Oberfläche und der darunter liegenden Erdschichten s. Gay-Lussac in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. p. 429.

Ebenen viel schwächer scheinende Oscillationen niedrigen Rohrhäusern schaden. Eingeborene, die viele hundert Erdbeben erlebt haben, glauben, daß der Unterschied weniger in der Länge oder Kürze der Wellen, in der Langsamkeit oder Schnelligkeit*) der horizontalen Schwingung, als in der Gleichmäßigkeit der Bewegung in entgegengesetzter Richtung liege. Die kreisenden (rotatorischen) Erschütterungen sind die seltensten, aber am meisten gefährbringend. Umwenden von Gemäuer ohne Umsturz, Krümmung von vorher parallelen Baumpflanzungen, Verdrehung von Aedern, die mit verschiedenen Getraidearten bedeckt waren, sind bei dem großen Erdbeben von Riobamba, in der Provinz Quito (4. Februar 1797), wie bei dem von Calabrien (5. Februar — 28. März 1783) beobachtet worden. Mit dem letzteren Phänomen des Verdrehens oder Verschlebens der Aeder und Culturstüde, von welchen gleichsam eines den Platz des andern angenommen, hängt eine translatatorische Bewegung oder Durchdringung einzelner Erdschichten zusammen. Als ich den Plan der zerstörten Stadt Riobamba aufnahm, zeigte man mir die Stelle, wo das ganze Hausgeräth einer Wohnung unter den Ruinen einer anderen gefunden worden war. Das lockere Erdreich hatte sich wie eine Flüssigkeit in Strömen bewegt, von denen man annehmen muß, daß sie erst niederwärts, dann horizontal und zuletzt wieder aufwärts gerichtet waren. Streitigkeiten über das Eigenthum solcher viele hundert Toisen weit fortgeführten Gegenstände sind von der Audiencia (dem Gerichtshofe) geschlichtet worden.

In Ländern, wo die Erdstöße vergleichungsweise seltener sind (z. B. im südlichen Europa), hat sich nach einer unvollständigen Induction†) der sehr allgemeine Glaube gebildet, daß Windstille, drückende Hitze, ein dunstiger Horizont immer Vorboten der Erscheinung seien. Das Irrthümliche dieses Volksglaubens ist aber nicht bloß durch meine eigene Erfahrung widerlegt; es ist es auch durch das Resultat der Beobachtungen aller derer, welche viele Jahre in Gegenden gelebt haben, wo, wie in Cumana, Quito, Peru und Chili, der Boden häufig und gewaltsam erbebt. Ich habe Erdstöße gefühlt bei heiterer Luft und frischem Stwinde, wie bei Regen und Donnerwetter. Auch die Regelmäßigkeit der stündlichen Veränderungen in der Abweichung der Magnetnadel und im Luft-

*) *Tissimum est cum vibrat crispante aedificiorum crepitu; et cum intumescent assurgens alternoque motu residet, innoxium et cum concurrentia tecta contrario ietu arietant; quoniam alter motus alteri renititur. Undantius inclinatio et fluctus more quaedam volutatio infesta est, aut cum in unam partem totus se motus impellit.* Plin. II, 82.

†) Selbst in Italien hat man angefangen die Unabhängigkeit der Erdstöße von den Witterungsverhältnissen, d. h. von dem Anblick des Himmels unmittelbar vor der Erschütterung einzusehen. Friedrich Hoffmann's numerische Angaben stimmen ganz mit den Erfahrungen des Abbate Scina von Palermo überein; s. des Ersteren hinterlassene Werke Bd. II. S. 368—375. Möthliche Nebel am Tage des Erdbehens, kurz vor demselben, habe ich einige Male selbst beobachtet; ja am 4. Nov. 1799 habe ich zwei heftige Erdstöße in dem Augenblicke eines starken Donnerschlages erlebt (Relatio hist. liv. IV. chap. 10); der Turiner Physiker Baffi Gandi hat bei den langdauernden Erdbeben von Pignorel (vom 2. April bis 17. Mai 1808) Volta's Electrometer heftig bewegt gesehen (Journal de Phys. T. LXVII. p. 291). Aber diese Zeichen des Nebels, der veränderten Luft-Electricität, der Windstille, dürfen nicht als allgemein bedeutsam, als mit der Erschütterung nothwendig zusammenhängend betrachtet werden: da man in Quito, Peru und Chili, wie in Canada und Italien, so viele Erdbeben bei dem reinsten, völlig dunstfreien Himmel, bei dem frischesten Land- und Seewinde beobachtet hat. Wenn aber auch an dem Tage des Erdbehens selbst oder einige Tage vorher kein meteorologisches Zeichen die Erschütterung verkündigt, so

ist doch der Einfluß der Jahreszeiten (der Frühjahr- und Herbst-Aequinoctien), des Eintritts der Regenzeit nach langer Dürre unter den Tropen und des Wechsels der Monsunen, für die der allgemeine Volksglaube spricht, nicht darum ganz wegzulassen, weil uns bis jetzt der genetische Zusammenhang meteorologischer Prozesse mit dem, was in dem Innern der Erdrinde vorgeht, wenig klar ist. Numerische Untersuchungen über die Verteilung der Erdbeben unter die verschiedenen Jahreszeiten, wie sie von Herrn von Hoff, Peter Merian und Friedrich Hoffmann mit vielem Fleiße angestellt worden sind, sprechen für die Epochen der Tag- und Nachtgleichen. Auf fallend ist es, wie Plinius am Ende seiner phantastischen Erdbeben Theorie die ganze furchtbare Erscheinung ein unterirdisches Gewitter nennt; nicht sowohl wegen des rollenden Getöses, welches die Erdstöße so oft begleitet, sondern weil die elastischen, durch Spannung erschütternden Kräfte sich in inneren Erdräumen anhäufen, wenn sie in dem Luftreife fehlen! *Ventos in causa esse non dubium reor. Neque enim unquam intremiscunt terrae, nisi sopito mari caeloque adeo tranquillo, ut volatus avium non pendeant, subtracto omni spiritu qui vehit; nec unquam nisi post ventos conditos, scilicet in venas et cavernas ejus occulto afflatu.* Neque aliud est in terra tremor, quam in nube tonitruum; nec hiatus aliud, quam cum fulmen erumpit, incluso spiritu luctante et ad libertatem exire nitente. (Plin. II, 79.) In Seneca (Nat. Quaest. VI, 4—31) liegt übrigens ziemlich vollständig der Keim von allem, was man bis zur neuesten Zeit über die Ursachen der Erdbeben beobachtet und gefabelt hat.

drucke*) blieb zwischen den Wendekreisen an dem Tage der Erdstöße ungestört. Damit stimmen die Beobachtungen überein, welche Adolph Erman in der gemäßigten Zone bei einem Erdbeben in Irkutsk nahe am Baikal-See (8. März 1829) anstellte. Durch den starken Erdstoß von Cumana (4. Nov. 1799) fand ich zwar Abweichung und Intensität der magnetischen Kraft gleich unverändert, aber die Neigung der Nadel war zu meinem Erstaunen um 48' gemindert†). Es blieb mir kein Verdacht eines Irrthums; und doch bei so vielen anderen Erdstößen, die ich auf dem Hochlande von Quito und in Lima erlebte, war neben den anderen Elementen des tellurischen Magnetismus auch die Neigung stets unverändert. Wenn im allgemeinen, was tief in dem Erdbörper vorgeht, durch keinen meteorologischen Proceß, durch keinen besonderen Anblick des Himmelsgewölbes vorherverkündigt wird; so ist es dagegen, wie wir bald sehen werden, nicht unwahrscheinlich, daß in gewissen sehr heftigen Erderschütterungen der Atmosphäre etwas mitgetheilt werde, und daß daher diese nicht immer rein dynamisch wirken. Während des langen Erzitterns des Bodens in den piemontesischen Thälern von Pelis und Clusson wurden bei gewitterlosem Himmel die größten Veränderungen in der electricischen Spannung des Luftkreises bemerkt.

Die Stärke des dumpfen Getöses, welches das Erdbeben größtentheils begleitet, wächst keineswegs in gleichem Maße, als die Stärke der Oscillationen. Ich habe genau ergründet, daß der große Stoß im Erdbeben von Riobamba (4. Februar 1797) — einem der furchtbarsten Phänomene der physischen Geschichte unseres Erdbörpers — von gar keinem Getöse begleitet war. Das ungeheure Getöse (el gran ruido), welches unter dem Boden der Städte Quito und Ibarra, nicht aber dem Centrum der Bewegung näher in Tacunga und Hambato, vernommen wurde, entstand 18—20 Minuten nach der eigentlichen Catastrophe. Bei dem berühmten Erdbeben von Lima und Callao (28. October 1746) hörte man das Getöse wie einen unterirdischen Donnerschlag in Truxillo auch erst $\frac{1}{2}$ Stunde später und ohne Erzittern des Bodens. Eben so wurden lange nach dem großen von Boussingault beschriebenen Erdbeben von Neu-Granada (16. November 1827) im ganzen Cauca-Thale, ohne alle Bewegung, von 30 zu 30 Secunden mit großer Regelmäßigkeit unterirdische Detonationen gehört. Auch die Natur des Getöses ist sehr verschieden: rollend, rasselnd und klirrend wie bewegte Ketten, ja in der Stadt Quito bisweilen abgesetzt wie ein naher Donner; oder hell klingend, als würden Obsidian- oder andre verglaste Massen in unterirdischen Höhlungen zerschlagen. Da feste Körper vortreffliche Leiter des Schalles sind, dieser z. B. in gebranntem Thon 10 bis 12mal schneller sich fortpflanzt als in der Luft, so kann das unterirdische Getöse in großer Ferne von dem Orte vernommen werden, wo es verursacht wird. In Caracas, in den Grasfluren von Calabozo und an den Ufern des Rio Apure, welcher in den Orinoco fällt, in einer Landstrecke von 2300 Quadratmeilen, hörte man überall am 30. April 1812, ohne alles Erdbeben, ein ungeheures donnerartiges Getöse, als 158 Meilen davon, in Nordosten, der Vulkan von St. Vincent in den kleinen Antillen aus seinem Krater einen mächtigen Lavastrom ergoß. Es war also der Entfernung nach, als wenn man einen Ausbruch des Vesuvius im nördlichen Frankreich vernähme. Im Jahr 1744, bei dem großen Ausbruch des Vulkans Cotopari, hörte man in Honda am Magdalena-Strom unterirdischen Kanonenbonner. Der Krater des Cotopari liegt aber nicht bloß 17000 Fuß höher als Honda; beide Punkte sind auch durch die colossalen Gebirgsmassen von Quito, Pasto und Popayan, wie durch zahllose Thäler und Klüfte, in 109 Meilen Entfernung getrennt. Der Schall ward bestimmt nicht durch die Luft, sondern durch die Erde aus großer Tiefe fortgepflanzt. Bei dem heftigen Erdbeben von Neu-Granada (Februar 1835) hörte man unterirdischen Donner gleichzeitig in Popayan, Bogota,

*) Beweise, daß der Gang der stündlichen Barometer-Veränderungen vor und nach den Erdstößen nicht gestört werde, habe ich gegeben in Rel. hist. T. I. p. 311 und 513.

†) Sumboibt, Rel. hist. T. I. p. 515—517.

Santa Marta und Caracas (hier 7 Stunden lang ohne alle Erschütterung), in Haiti, Jamaica und um den See von Nicaragua.

Diese Schall-Phänomene, wenn sie von gar keinen fühlbaren Erschütterungen (Erdstößen) begleitet sind, lassen einen besonders tiefen Eindruck selbst bei denen, die schon lange einen oft erbebenden Boden bewohnt haben. Man harret mit Bangigkeit auf das, was nach dem unterirdischen Krachen folgen wird. Das auffallendste, mit nichts vergleichbare Beispiel von ununterbrochenem unterirdischem Getöse, ohne alle Spur von Erdbeben, bietet die Erscheinung dar, welche auf den mericanischen Hochlande unter dem Namen des *Gedrülls* und unterirdischen Donners (*bramidos y truenos subterráneos*) von Guanaruato*) bekannt ist. Diese berühmte und reiche Bergstadt liegt fern von allen thätigen Vulkanen. Das Getöse dauerte seit Mitternacht den 9. Januar 1784 über einen Monat. Ich habe eine umständliche Beschreibung davon geben können, nach der Aussage vieler Zeugen und nach den Documenten der Municipalität, welche ich benutzen konnte. Es war (vom 13—16. Januar), als lägen unter den Füßen der Einwohner schwere Gewitterwolken, in denen langsam rollender Donner mit kurzen Donnerschlägen abwechselte. Das Getöse verzog sich, wie es gekommen war, mit abnehmender Stärke. Es fand sich auf einen kleinen Raum beschränkt; wenige Meilen davon, in einer basaltreichen Landstrecke, vernahm man es gar nicht. Fast alle Einwohner verließen vor Schrecken die Stadt, in der große Massen Silberbarren angehäuft waren; die muthigeren, an den unterirdischen Donner gewöhnt, kehrten zurück und kämpften mit der Räuberbande, die sich der Schätze bemächtigt hatte. Weder an der Oberfläche der Erde, noch in den 1500 Fuß tiefen Gruben war irgend ein leises Erdbeben bemerkbar. In dem ganzen mericanischen Hochlande ist nie vorher ein ähnliches Getöse vernommen worden, auch hat in der folgenden Zeit die furchtbare Erscheinung sich nicht wiederholt. So öffnen und schließen sich Klüfte im Innern der Erde; die Schallwellen gelangen zu uns oder werden in ihrer Fortpflanzung gehindert.

Die Wirkung eines feuerspeienden Berges, so furchtbar malerisch auch das Bild ist, welches sie den Sinnen darbietet, ist doch nur immer auf einen sehr kleinen Raum eingeschränkt. Ganz anders ist es mit den Erdstößen, die, dem Auge kaum bemerkbar, bisweilen gleichzeitig in tausend Meilen Entfernung ihre Wellen fortpflanzen. Das große Erdbeben, welches am 1. November 1755 Lissabon zerstörte und dessen Wirkungen der große Weltweise Immanuel Kant so trefflich nachgespürt hat, wurde in den Alpen, an den schwedischen Küsten, in den antillischen Inseln (Antigua, Barbados und Martinique), in den großen Seen von Canada, wie in Thüringen und in dem nördlichen Flachlande von Deutschland in kleinen Binnenwassern der baltischen Ebenen, empfunden. Ferne Quellen wurden in ihrem Lauf unterbrochen, eine Erscheinung bei Erdstößen, auf die im Alterthume schon Demetrius der Callatianer aufmerksam gemacht hatte. Die Teplizer Thermen versiegten und kamen, alles überschwenmend, mit vielem Eisen-Ocher gefärbt, zurück. In Cadix erhob sich das Meer zu 60 Fuß Höhe, während in den kleinen Antillen die, gewöhnlich nur 26

*) Ueber die *bramidos* von Guanaruato s. mein *Essai polit. sur la Nouv. Espagne* T. I. p. 303. Das unterirdische Getöse ohne alle bemerkbare Erschütterung in den tiefen Bergwerken und an der Oberfläche (die Stadt Guanaruato liegt 4420 Fuß über dem Meere) wurde nicht in der nahen Hochebene, sondern bloß in dem gebirgigen Theile der Sierra, von der *Cuesta de los Aguilares*, unweit *Marfil*, bis nördlich von *Santa Rosa*, gehört. Nach einzelnen Gegenden der Sierra, 6—7 Meilen nordwestlich von Guanaruato, jenseits *Chichimequillo* bei der stehenden Quelle von *San José de Comangillas*, gelangten die Schallwellen nicht. Wunderbar gewaltsame Maageregeln wurden vom Magistrat der großen Bergstadt schon den 14. Januar (1784), als der Schrecken über den unterirdischen Donner am größten war, angeordnet. „Jede Flucht einer Familie sollte bei Reichen mit 1000 Piaßtern, bei

Armen mit 2 Monat Gefängniß bestraft werden. Die Miliz sollte die fliehenden zurückholen.“ Am denkwürdigsten ist die Meinung, welche die Obrigkeit (el *Cabildo*) von ihrem Vorgesetzten hegte. Ich finde in einer der Proclamas den Ausdruck: „die Obrigkeit würde in ihrer Weisheit (en su *Sabiduria*) schon erkennen, wenn wirkliche Gefahr vorhanden sei, und dann zur Flucht mahnen; für jetzt seien nur Processionen abzuhalten.“ Es entstand Hungersnoth, da aus Furcht vor den *truenos* keine Feuersuhr aus der farnreichen Hochebene kam. — Auch die Alten kannten schon Getöse ohne Erdstöße; *Aristot.* *Meteor.* II. p. 802, *Plin.* II. 80. Das sonderbare Getöse, welches vom März 1822 bis September 1824 in der dalmatischen Insel *Meleda* (4 Meilen von *Ragus*) vernommen wurde, und über welches Partsch viel Licht verbreitet hat, war doch bisweilen von Erdstößen begleitet.

bis 28 Zoll hohe Fluth urplötzlich duntenschwarz 20 Fuß hoch stieg. Man hat berechnet, daß am 1. Nov. 1755 ein Erdraum gleichzeitig erbebt, welcher an Größe viermal die Oberfläche von Europa übertraf. Auch ist noch keine andere Aeußerung einer Kraft bekannt geworden (die mörderischen Erfindungen unsres eignen Geschlechts mit eingerechnet), durch welche in dem kurzen Zeitraum von wenigen Secunden oder Minuten eine größere Zahl von Menschen (sechzigtausend in Sicilien 1693, dreißig- bis vierzigtausend im Erdbeben von Niobamba 1797, vielleicht fünfmal so viel in Kleinasien und Syrien unter Nero und Justin dem Aelteren um die Jahre 19 und 526) getödtet wurden.

Man hat Beispiele in der Andeskette von Südamerika, daß die Erde mehrere Tage hinter einander ununterbrochen erbebt; Erschütterungen aber, die fast zu jeder Stunde Monate lang gefühlt wurden, kenne ich nur fern von allen Vulkanen, am östlichen Abfall der Alpenkette des Mont Genis bei Fenestrelles und Pignerol seit April 1808; in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwischen Neu-Madrid und Little Prairie *) (nördlich von Cincinnati) im December 1811 wie den ganzen Winter 1812; im Paschaik von Aleppo in den Monaten August und September 1822. Da der Volksglaube sich nie zu allgemeinen Ansichten erheben kann und daher immer große Erscheinungen localen Erd- und Luft-Processen zuschreibt, so entsteht überall, wo die Erschütterungen lange dauern, die Besorgniß vor dem Ausbrechen eines neuen Vulkans. In einzelnen seltenen Fällen bat sich allerdings diese Besorgniß begründet gezeigt; so bei plötzlicher Erhebung vulkanischer Eilande, so in der Entstehung des Vulkans von Jorullo (eines neuen Berges von 1580 Fuß Höhe über der alten benachbarten Ebene) am 29. September 1759, nach 90 Tagen Erdbehens und unterirdischen Donners.

Wenn man Nachricht von dem täglichen Zustande der gesammten Erdoberfläche haben könnte, so würde man sich sehr wahrscheinlich davon überzeugen, daß fast immerdar, an irgend einem Punkte, diese Oberfläche erbebt, daß sie ununterbrochen der Reaction des Inneren gegen das Aeußere unterworfen ist. Diese Frequenz und Allverbreitung einer Erscheinung, die wahrscheinlich durch die erhöhte Temperatur der tiefsten geschmolzenen Schichten begründet wird, erklärt ihre Unabhängigkeit von der Natur der Gebirgsarten, in denen sie sich äußert. Selbst in den lockersten Alluvialschichten von Holland, um Middelburg und Blesingen, sind (23. Februar 1828) Erdstöße empfunden worden. Granit und Glimmerschiefer werden wie Flözalk und Sandstein, wie Trachyt und Mandelstein erschüttet. Es ist nicht die chemische Natur der Bestandtheile, sondern die mechanische Structur der Gebirgsarten, welche die Fortpflanzung der Bewegung (die Erschütterungs-Wellen) modificirt. Wo letztere längs einer Küste oder an dem Fuß und in der Richtung einer Gebirgskette regelmäßig fortläuft, bemerkt man bisweilen, und dies seit Jahrhunderten, eine Unterbrechung an gewissen Punkten. Die Undulation schreitet in der Tiefe fort, wird aber an jenen Punkten an der Oberfläche nie gefühlt. Die Peruaner †) sagen von diesen unbewegten oberen Schichten, „daß sie eine Brücke bilden.“ Da die Gebirgsketten auf Spalten erhoben scheinen, so mögen die Wände dieser Höhlungen die Richtung der Ketten parallelen Undulationen begünstigen; bisweilen durchschneiden aber auch die Erschütterungswellen mehrere Ketten fast senkrecht. So sehen wir sie in Südamerika die Küsten-Kette von Venezuela und die Sierra Parime gleichzeitig durchbrechen. In Asien haben sich die Erdstöße von Lahore und vom Fuß des Himalaya (22. Jan. 1832), quer

*) Drake, Nat. and statist. View of Cincinnati p. 232—238; Mitchell in den Transactions of the Litt. and Philos. Soc. of New-York Vol. I. p. 281—308. In der piemontesischen Grafschaft Pignerol blieben Wassergläser, die man bis zum Ueberlaufen angefüllt hatte, Stundenlang in ununterbrochener Bewegung.

†) Im Spanischen sagt man: rocos que hacen puente. Mit diesem Phänomen der Nichtfortpflanzung durch obere Schichten hängt die merkwürdige Erfah-

rung zusammen, daß im Anfang dieses Jahrhunderts in den tiefen Silberbergwerken zu Marienberg im sächsischen Erzgebirge Erdstöße gefühlt wurden, die man auf der Oberfläche schlechterdings nicht spürte. Die Bergleute fuhren erschrocken aus. Umgekehrt bemerkten (Nov. 1823) die in den Gruben von Salun und Persberg arbeitenden Bergleute nichts von den heftigen Erschütterungen, welche über Tage alle Einwohner in Schrecken setzten.

durch die Kette des Hindou-Kho, bis Badakshan, bis zum Oberen Orus, ja bis Bokhara fortgepflanzt*). Leider erweitern sich auch die Erschütterungskreise in Folge eines einzigen sehr heftigen Erdbebens. Erst seit der Zerstörung von Cumana (14. Dec. 1797) empfindet die, den Kalkhügeln der Festung gegenüberliegende Halbinsel Maniquarez in ihren Glimmerschieferfelsen jeden Erdstoß der südlichen Küste. Bei den fast ununterbrochenen Undulationen des Bodens in den Flußthälern des Mississippi, des Arkansas und des Ohio von 1811 bis 1813 war das Fortschreiten von Süden nach Norden sehr auffallend. Es ist als würden unterirdische Hindernisse allmählig überwunden; und auf dem einmal geöffneten Wege pflanzt sich dann die Wellenbewegung jedesmal fort.

Wenn das Erdbeben dem ersten Anscheine nach ein bloßes dynamisches räumliches Phänomen der Bewegung zu sein scheint, so erkennt man doch nach sehr wahrhaft bezeugten Erfahrungen, daß es nicht bloß ganze Landstrecken über ihr altes Niveau zu erheben vermag (z. B. Ulla-Bund nach dem Erdbeben von Cutsch im Juni 1819, östlich von dem Delta des Indus, oder längs der Küste von Chili im Nov. 1822); sondern daß auch während der Erdstöße heißes Wasser (bei Catania 1818), heiße Dämpfe (im Mississippi-Thale bei Neu-Madrid 1812), Mofetten (irrespirable Gasarten), den weidenden Heerden in der Andeskette schädlich, Schlamm, schwarzer Rauch, und selbst Flammen (bei Messina 1783, bei Cumana 14. Nov. 1797) ausgestoßen wurden. Während des großen Erdbebens von Lissabon am 1. Nov. 1755 sah man nahe bei der Hauptstadt Flammen und eine Rauchsäule aus einer neugebildeten Spalte des Felsen von Alvidras aufsteigen. Der Rauch war jedesmal um so dicker, als das unterirdische Getöse an Stärke zunahm†). Bei der Zerstörung von Bombamba im Jahr 1797, wo die Erdstöße von keinem Ausbruch der sehr nahen Vulkane begleitet waren, wurde die Moya, eine sonderbare, mit Kohle, Augit-Krystallen und Kieselpanzern der Infusorienthiere gemengte Masse, in zahlreichen kleinen fortschreitenden Kegeln aus der Erde hervorgehoben. Der Ausbruch des kohlen-sauren Gases auf Spalten während des Erdbebens von Neu-Granada (16. November 1827) im Magdalena-Thale verursachte das Ersticken vieler Schlangen, Ratten und anderer in Höhlen lebenden Thiere. Auch plötzliche Veränderungen der Witterung, plötzliches Eintreten der Regenzeit zu einer unter den Tropen ungewöhnlichen Epoche sind bisweilen in Quito und Peru auf große Erdbeben gefolgt. Werden gasförmige, aus dem Innern der Erde aufsteigende Flüssigkeiten der Atmosphäre heigemischt? oder sind diese meteorologischen Prozesse die Wirkung einer durch das Erdbeben gestörten Luftelec-tricität? In den Gegenden des tropischen Amerika, wo bisweilen in zehn Monaten kein Tropfen Regen fällt, halten die Eingebornen sich oft wiederholende Erdstöße, die den niedrigen Rohrhütten keine Gefahr bringen, für glückliche Vorboten der Fruchtbarkeit und der Regenmenge.

Der innere Zusammenhang aller hier geschilderten Erscheinungen ist noch in Dunkel gehüllt. Elastische Flüssigkeiten sind es gewiß, die sowohl das leise, ganz unschädliche, mehrere Tage dauernde Zittern der Erdrinde (wie 1816 zu Scaccia in Sicilien von der vulkanischen Erhebung der neuen Insel Julia) als die, sich durch Getöse verkündigenden, furchtbaren Explosionen verursachen. Der Heerd des Uebels, der Sitz der bewegenden Kraft liegt tief unter der Erdrinde; wie tief, wissen wir eben so wenig, als welches die chemische Natur so hochgespannter Dämpfe sei. An zwei Kraterrändern gelagert, am Vesuv und auf dem thurmartigen Fels, welcher den ungeheuren Schlund des Vichincha bei Quito überragt, habe ich periodisch und sehr regelmäßig Erdstöße empfunden, jedesmal 20—30 Sekunden früher als brennende Schladen oder Dämpfe ausgestoßen wurden. Die Erschütterung war um so stärker, als die Explosionen später eintraten und also die Dämpfe länger angehäuft blieben. In dieser einfachen, von so vielen Reisenden bestätigten Erfah-

*) Sir Alex. Burnes, Travels into Bokhara Vol. I. p. 18; und Wathen, Mem. on the Usbek

State in Journal of the Asiatic Soc. of Bengal Vol. III. p. 337.

†) Philos. Transact. Vol. XLIX. p. 414.

rung liegt die allgemeine Lösung des Phänomens. Die thätigen Vulkane sind als Schutz- und Sicherheits-Ventile für die nächste Umgegend zu betrachten. Die Gefahr des Erdbehens wächst, wenn die Oeffnungen der Vulkane verstopft, ohne freien Verkehr mit der Atmosphäre sind; doch lehrt der Umsturz von Lissabon, Caracas, Lima, Caschmir (1554)*), und so vieler Städte von Calabrien, Syrien und Kleinasien, daß im Ganzen doch nicht in der Nähe noch brennender Vulkane die Kraft der Erdstöße am größten ist.

Wie die gehemmte Thätigkeit der Vulkane auf die Erschütterung des Bodens wirkt, so reagirt diese wiederum auf die vulkanischen Erscheinungen selbst. Eröffnung von Spalten begünstigt das Aufsteigen der Eruptions-Regel und die Prozesse, welche in diesen Regeln in freiem Contact mit dem Luftkreise vorgehen. Eine Rauchsäule, die man Monate lang in Südamerika aus dem Vulkan von Pasto aufsteigen sah, verschwand plötzlich, als 48 Meilen weit in Süden (am 4. Februar 1797) die Provinz Quito das große Erdbeben von Riobamba erlitt. Nachdem lange in ganz Syrien, in den Cylladen und in Euböa der Boden erbebt hatte, hörten die Erschütterungen plötzlich auf, als sich in der Ielantischen Ebene bei Chalcis ein Strom „glühenden Schlammes“ (Lava aus einer Spalte) ergoß†). Der geistreiche Geograph von Amasea, der uns diese Nachricht aufbewahrt, setzt hinzu: „seitdem die Mündungen des Aetna geöffnet sind, durch welche das Feuer emporbläst, und seitdem Glühmassen und Wasser hervorstürzen können, wird das Land am Meeresstrande nicht mehr so oft erschüttert, als zu der Zeit, wo, vor der Trennung Siciliens von Unteritalien, alle Ausgänge in der Oberfläche verstopft waren.“

In dem Erdbeben offenbart sich demnach eine vulkanisch-vermittelnde Macht; aber eine solche Macht, allverbreitet wie die innere Wärme des Planeten, und überall sich selbst verkündend, wird selten und dann nur an einzelnen Punkten bis zu wirklichen Ausbruch-Phänomenen gesteigert. Die Gangbildung, d. h. die Ausfüllung der Spalten mit kristallinischen aus dem Inneren hervorquellenden Massen (Basalt, Melaphyr und Grünstein), stört allmählig die freie Communication der Dämpfe. Durch Spannung wirken diese dann auf dreierlei Weise: erschütternd; oder plötzlich, d. i. ruckweise, hebend; oder, wie zuerst in einem großen Theil von Schweden beobachtet worden ist, ununterbrochen, und nur in langen Perioden hemerklar, das Niveau-Verhältniß von Meer und Land umändernd.

Ehe wir diese große Erscheinung verlassen, die hier nicht sowohl in ihren Einzelheiten, als in ihren allgemeineren physikalischen und geognostischen Verhältnissen betrachtet worden ist, müssen wir noch die Ursach des unaussprechlich tiefen und ganz eigenthümlichen Eindrucks berühren, welchen das erste Erdbeben, das wir empfinden, sei es auch von keinem unterirdischen Getöse begleitet, in uns zurücläßt. Ein solcher Eindruck, glaube ich, ist nicht Folge der Erinnerung an die Schreckensbilder der Zerstörung, welche unsrer Einbildungskraft aus Erzählungen historischer Vergangenheit vorschweben. Was uns so wunderbar ergreift, ist die Enttäuschung von dem angeborenen Glauben an die Ruhe und Unbeweglichkeit des Starren, der festen Erdschichten. Von früher Kindheit sind wir an den Contrast zwischen dem beweglichen Element des Wassers und der Unbeweglichkeit des Bodens gewöhnt, auf dem wir stehen. Alle Zeugnisse unsrer Sinne haben diesen Glauben befestigt. Wenn nun urplötzlich der Boden erbebt, so tritt geheimnißvoll eine unbekannte Naturmacht als das Starre bewegend, als etwas Handelndes auf. Ein Augenblick vernichtet die Illusion des ganzen früheren Lebens. Enttäuscht sind wir über die Ruhe der Natur; wir fühlen uns in den Bereich zerstörender, unbekannter Kräfte versetzt. Jeder Schall, die leiseste Regung der Lüfte spannt unsre Aufmerksamkeit. Man traut gleichsam dem Boden nicht mehr, auf den man tritt. Das Ungewöhnliche der Erscheinung bringt dieselbe ängst-

*) Ueber die Frequenz der Erdstöße in Caschmir s. Troyer's Uebersetzung des alten Radjatarangini Vol. II. p. 297 und Reisen von Carl v. Hügel Bd. II. S. 184.

†) Strabo lib. I. p. 100, Casaub. Daß der Aus-

bruch *πῆλοσ διανύρον ποταμὸν* nicht Roth (Schlamm-auswurf), sondern Lava andeutet, erhellt deutlich aus Strabo lib. VI. p. 412. Veral. Walter über Abnahme der vulkanischen Thätigkeit in historischen Zeiten 1844 S. 25.

siche Unruhe bei Thieren hervor. Schweine und Hunde sind besonders davon ergriffen. Die Crocodile im Drinoco, sonst so stumm als unsere kleinen Eidechsen, verlassen den erschütterten Boden des Flusses und laufen brüllend dem Walde zu.

Dem Menschen stellt sich das Erdbeben als etwas allgegenwärtiges, unbegrenztes dar. Von einem thätigen Ausbruch=Krater, von einem auf unsere Wohnung gerichteten Lava=strom kann man sich entfernen; bei dem Erdbeben glaubt man sich überall, wohin auch die Flucht gerichtet sei, über dem Heerd des Verderbens. Ein solcher Zustand des Gemüths, aus unserer innersten Natur hervorgerufen, ist aber nicht von langer Dauer. Folgt in einem Lande eine Reihe von schwachen Erdstößen auf einander, so verschwindet bei den Bewohnern fast jegliche Spur der Furcht. An den regenlosen Küsten von Peru kennt man weder Hagel, noch den rollenden Donner und die leuchtenden Explosionen im Luftkreise. Den Wolken=Donner ersetzt dort das unterirdische Getöse, welches die Erdstöße begleitet. Vieljährige Gewohnheit und die sehr verbreitete Meinung, als seien gefahrbringende Erschütterungen nur zwei= oder dreimal in einem Jahrhundert zu befürchten, machen, daß in Lima schwache Oscillationen des Bodens kaum mehr Aufmerksamkeit erregen, als ein Hagelwetter in der gemäßigten Zone.

Nachdem wir so die Thätigkeit, gleichsam das innere Leben der Erde in ihrem Wärmegehalt, in ihrer electromagnetischen Spannung, in ihrer Lichtausströmung an den Polen, in ihren unregelmäßig wiederkehrenden Erscheinungen der Bewegung übersichtlich betrachtet haben; gelangen wir zu den stoffartigen Productionen (chemischen Veränderungen in der Erdrinde und in der Zusammensetzung des Dunstkreises), welche ebenfalls die Folge planetarischer Lebensthätigkeit sind. Wir sehen aus dem Boden ausströmen: Wasserdämpfe und gasförmige Kohlensäure, meist frei *) von aller Beimengung von Stickstoff; gefehltes Wasserstoffgas (in der chinesischen Provinz Sse-tschuan †) seit Jahrtausenden, in dem nordamerikanischen Staate von Neu-York im Dorfe Fredonia ganz neuerdings zum Kochen und zur Beleuchtung benutzt; Schwefelwasserstoffgas und Schwefeldampf, seltener ‡) schweflige und Hydrochlor=Säure. Solche Ausströmungen aus Erdspalten bezeichnen nicht bloß die Gebiete noch brennender oder längst erloschener Vulkane, man beobachtet sie auch ausnahmsweise in Gegenden, in denen nicht Trachyt und andere vulkanische Gesteine unbedeckt zu Tage ausstehen. In der Andeskette von Quindiu habe ich Schwefel in einer Höhe von 6410 Fuß über dem Meere sich im Glimmerschiefer aus warmen Schwefeldämpfen niederschlagen gesehen ||), während daß dieselbe, einst für uranfänglich gehaltene Gebirgsart in dem Cerro Cuello bei Tiesan (südlich von Quito) ein ungeheures Schwefellager in reinem Quarze zeigt.

Unter allen Luftquellen sind die Exhalationen der Kohlensäure (sogenannte Mofetten) noch heute, der Zahl und Quantität der Production nach, die wichtigsten. Unser deutsches Vaterland lehrt uns, wie in den tief eingeschnittenen Thälern der Eifel, in der Umgebung des Racher Sees, im Kesselthal von Wehr und in dem westlichen Böhmen, gleichsam in den Brandstätten der Vorwelt, oder in ihrer Nähe, sich die Ausströmungen der Kohlensäure, als letzte Regungen der vulkanischen Thätigkeit, offenbaren. In den früheren Perioden, wo, bei erhöhter Erdwärme und bei der Häufigkeit noch unausgefüllter Erdspalten, die Processe, welche wir hier beschreiben, mächtiger wirkten, wo Kohlensäure und heiße Wasserdämpfe in größeren Massen sich der Atmosphäre beimischten; muß, wie Adolph Brongniart ¶) scharfsinnig entwickelt hat, die junge Pflanzenwelt, fast überall und unab=

*) Bischof's gehaltvolle Schrift: Wärmelehre des inneren Erdkörpers.

†) Ueber die artesischen Feuerbrunnen (Ho-tsing) in China und den alten Gebrauch von tragbarem Gas (in Bambusrohren) bei der Stadt Abing-tischen s. Klaproth in meiner Asio centrali T. II. p. 519—530.

‡) Boussingault (Annales de Chimie T. LII. p. 181) bemerkte in den Vulkanen von Neu-Granada

gar keine Ausströmung von Hydrochlorsäure, während daß Monticelli in der Eruption von 1813 am Vesuv sie in ungeheurer Menge fand.

||) Humboldt, Recueil d'Observ. astronomiques T. I. p. 311 (Nivellement barométrique de la Cordillere des Andes No. 206).

¶) Adolph Brongniart in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 225.

hängig von der geographischen Ortsbreite, zu der üppigsten Fülle und Entwickelung ihrer Organe gelangt sein. In den immer warmen, immer feuchten, mit Kohlensäure überschwängerten Luftschichten müssen die Gewächse in solchem Grade Lebenserregungen und Ueberfluß an Nahrungsstoff gefunden haben, daß sie das Material zu den Steinkohlen- und Ligniten-Schichten hergeben konnten, welche in schwer zu erschöpfenden Massen die physischen Kräfte und den Wohlstand der Völker begründeten. Solche Massen sind vorzugsweise, und wie in Becken vertheilt, gewissen Punkten Europa's eigen. Sie sind angehäuft in den britischen Inseln, in Belgien, in Frankreich, am Niederrhein und in Oberschlesien. In derselben Urzeit allverbreiteter vulkanischer Thätigkeit ist auch dem Schooße der Erde entquollen die ungeheure Menge Kohlenstoffes, welchen die Kalkgebirge in ihrer Zusammensetzung enthalten und welcher, vom Sauerstoff getrennt und in fester Substanz ausgeschieden, ungefähr den achten Theil der räumlichen Mächtigkeit jener Gebirge ausmachen würde *). Was unaufgenommen von den alkalischen Erden dem Luftkreis an Kohlensäure noch beigemischt war, wurde allmählig durch die Vegetation der Vorwelt aufgezehrt: so daß davon der Atmosphäre, wenn sie der Proceß des Pflanzenlebens gereinigt, nur der so überaus geringe Gehalt übrig blieb, welcher der jetzigen Organisation der Thiere unschädlich ist. Auch häufiger ausbrechende schwefelsaure Dämpfe haben in den vielbelebten Binnenwässern der Urwelt den Untergang von Mollusken- und Fischgattungen, wie die Bildung der vielgekrümmten, wahrscheinlich oft durch Erdbeben erschütterten Gypsfalze bewirkt.

Unter ganz ähnlichen physischen Verhältnissen steigen aus dem Schooße der Erde hervor: Lustarten, tropfbare Flüssigkeiten, Schlamm, und durch den Ausbruchkegel der Vulkane, welche selbst nur eine Art intermittirender Quellen sind †), geschmolzene Erden. Alle diese Stoffe verdanken ihre Temperatur und ihre chemische Naturbeschaffenheit dem Ort ihres Ursprungs. Die mittlere Wärme der Wasserquellen ist geringer als die des Luftkreises an dem Punkte, wo sie ausbrechen, wenn die Wasser von den Höhen herabkommen; ihre Wärme nimmt mit der Tiefe der Erdschichten zu, welche sie bei ihrem Ursprunge berühren. Das numerische Gesetz dieser Zunahme haben wir bereits oben angegeben. Das Gemisch der Wasser, welche aus der Höhe der Berge oder aus der Tiefe der Erde kommen, macht die Lage der Isogeothermen ‡) (Linien gleicher innerer Erdwärme) schwierig zu bestimmen, wenn nämlich diese Bestimmung aus der Temperatur der ausbrechenden Wasserquellen geschlossen werden soll. So haben es eigene Beobachtungen mich und meine Gefährten in dem nördlichen Asien gelehrt. Die Temperatur der Quellen, welche seit einem halben Jahrhundert ein so viel bearbeiteter Gegenstand der physikalischen Untersuchungen geworden ist, hängt, wie die Höhe des ewigen Schnees, von vielen, sehr verwickelten Ursachen gleichzeitig ab. Sie ist Function der Temperatur der Erdschicht, in der sie entspringen, der Wärme-Capacität des Bodens, der Menge und Temperatur der Meteorwasser ||), welche letztere selbst wiederum nach der Art ihrer Entstehung von der Luft-Temperatur der unteren Atmosphäre verschieden ¶) ist.

*) Bischof a. a. D. S. 324 Anm. 2.

†) Humboldt, Asie centr. T. I. p. 43.

‡) Ueber die Theorie der Isogeothermen (Clythothermen) s. die scharfsinnigen Arbeiten von Kupfer in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 184 und Bd. XXXII. S. 270, im Voyage dans l'Oural p. 382—398 und im Edinb. Journal of Science, new Series Vol. IV. p. 355. Vergl. Rümh, Lehrb. der Meteor. Bd. II. S. 217, und über das Aufsteigen der Clythothermen in Gebirgsgegenden Bischof S. 174—198.

||) Leop. v. Buch in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 405.

¶) Ueber die Temperatur der Regentropfen in Cumana, welche bis 22°, 3 herabsinkt, wenn die Luft-Temperatur kurz vorher 30°—31° gewesen war, und während des Regens 23°, 4 zeigte, s. meine Rel. hist. T. II. p. 22. Die Regentropfen verändern, indem sie herab fallen, die Normal-Temperatur ihrer

Entstehung, welche von der Höhe der Wolkenschichten und deren Erwärmung an der oberen Fläche durch die Sonnenstrahlen abhängt. Nachdem nämlich die Regentropfen bei ihrer ersten Bildung, wegen der frei werdenden latenten Wärme, eine höhere Temperatur als das umgebende Medium in der oberen Atmosphäre angenommen haben, erwärmen sie sich allerdings etwas mehr, indem sich im Fallen und beim Durchgange durch niedrigere, wärmere Luftschichten Wasserdampf auf sie niederschlägt und sie sich so vergrößern (Bischof, Wärmelehrs. des inneren Erdkörpers S. 73); aber diese Erwärmung wird durch Verdampfung compensirt. Erhaltung der Atmosphäre durch Regen wird (das abgerechnet, was wahrscheinlich dem electricen Proceß bei Gewitterregen angehört, durch die Tropfen erregt, die selbst von niedriger Temperatur wegen des Orts ihrer Entstehung, einen Theil der kalten höheren Luftschichten herabdrängen

Die sogenannten kalten Quellen können die mittlere Luft-Temperatur nur dann anzeigen, wenn sie, ungemischt mit den aus großer Tiefe aufsteigenden oder von beträchtlichen Berghöhen herabkommenden Wassern, einen sehr langen Weg (in unsern Breiten zwischen vierzig und sechzig Fuß, in der Aequinoctial-Zone nach Boussingault einen Fuß *) unter der Oberfläche der Erde zurückgelegt haben. Die hier bezeichneten Tiefen sind nämlich die der Erdschicht, in welcher, in der gemäßigten und in der heißen Zone, die Unveränderlichkeit der Temperatur beginnt, in der die stündlichen, täglichen oder monatlichen Wärmeveränderungen der Luft nicht mehr gespürt werden.

Heiße Quellen brechen aus den allerverschiedenartigsten Gebirgsarten hervor; ja die heißesten unter den permanenten, die man bisher beobachtet und die ich selbst aufgefunden, zeigen sich fern von allen Vulkanen. Ich führe hier aus meinem Reiseberichte die Aguas calientes de las Trincheras in Südamerika, zwischen Porto Cabello und Nueva Valencia, und die Aguas de Comangillas im mexicanischen Gebiete bei Guanaruato an: die ersten, aus Granit ausbrechend, hatten $90^{\circ},3$; die zweiten, aus Basalt ausbrechend, $96^{\circ},4$. Die Tiefe des Herdes, aus welchem Wasser von dieser Temperatur aufsteigen, ist nach dem, was wir von dem Geyser der Wärmeezunahme im Innern der Erde wissen, wahrscheinlich an 6700 Fuß (über $\frac{1}{2}$ einer geographischen Meile). Wenn die Ursach der Thermalquellen wie der thätigen Vulkane die allverbreitete Erdwärme ist, so wirken die Gebirgsarten nur durch ihre Wärme-Capacität und ihre wärmeleitende Kraft. Die heißesten aller permanenten Quellen (zwischen 95° und 97°) sind merkwürdigerweise die reinsten, die, welche am wenigsten Mineralstoffe aufgelöst enthalten. Ihre Temperatur scheint im Ganzen auch minder beständig, als die der Quellen zwischen 50° und 74° , deren Unveränderlichkeit in Wärme und Mineralgehalt, in Europa wenigstens, seit den fünfzig bis sechzig Jahren, in denen man genaue Thermometer und genaue chemische Analysen angewandt, sich so wunderbar bewährt hat. Boussingault hat gefunden, daß die Therme von Las Trincheras seit meiner Reise in 23 Jahren (zwischen 1800 und 1823) von $90^{\circ},3$ auf 97° gestiegen ist †). Diese überaus ruhig fließende Quelle ist also jetzt fast 7° heißer als die intermittirenden Springbrunnen des Geyser und des Strokr, deren Temperatur Krug von Nidda neuerlichst sorgfältiger bestimmt hat. Einen der auffallendsten Beweise von der Entstehung heißer Quellen durch das Herabsinken kalter Meteorwasser in das Innere der Erde und durch Berührung mit einem vulkanischen Herde hat erst im vorigen Jahrhundert ein vor meiner amerikanischen Reise unbekannter Vulkan, der von Zorullo in Mexico, dargeboten. Als sich derselbe im September 1759 plötzlich als ein Berg von 1580 Fuß über die umliegende Ebene erhob, verschwanden die zwei kleinen Flüsse, Rios de Cuitimba

und, den Boden benetzend, Verdampfung hervorbringen. Dies sind die gewöhnlichen Verhältnisse der Erscheinung. — Wenn, in seltenen Fällen, die Regentropfen wärmer (Sumbolit, Rel. hist. T. III. p. 513) als die untere sie umgebende Luft sind, so kann vielleicht die Ursach in oberen warmen Strömungen oder in größerer Erwärmung langgedehnter, wenig dicker Wollen durch Inso-lation geücht werden. Wie übrigens das Phänomen der Sublimentar-Regenbogen, welche durch Interferenz des Lichtes erklärt werden, mit der Größe der fallenden Regentropfen und ihrer Zunahme zusammenhänge; ja wie ein optisches Phänomen, wenn man es genau zu beobachten weiß, uns über einen meteorologischen Proceß nach Verschiedenheit der Zonen beschreiben kann: hat Magg mit vielem Scharfsinn entwickelt im Annuaire pour 1836 p. 300.

*) Nach Boussingault's gründlichen Untersuchungen scheint mir kein Zweifel darüber obzuwalten, daß unter den Tropen in sehr geringen Tiefen die Boden-Temperatur im Ganzen der mittleren Lufttemperatur gleich ist. Ich begnüge mich, folgende Beispiele hier anzuführen:

Stationen in der Tropenzone.	1 Fuß unter der Oberfläche der Erde.	Mittlere Temperatur der Luft.	Höhe über d. Meeresfläche in Par. Fuß.
Guayaquil. . .	26°,0	25°,6	0
Amerma nuevo	23°,7	23°,8	3231
Yupia . . .	21°,5	21°,5	3770
Poyavan . . .	18°,2	18°,7	5364
Quito . . .	15°,5	15°,5	8969

Die Zweifel über die Erdwärme zwischen den Wendekreisen, zu denen ich selbst vielleicht durch meine Beobachtungen in der Höhle von Caripe (Cueva del Guacharo) Anlaß gegeben habe (Rel. hist. T. III. p. 191 — 196), werden durch die Betrachtung gelöst, daß ich die vermuthete mittlere Luft-Temperatur des Klosters Caripe (18°5) nicht mit der Luft-Temperatur in der Höhle (18°7), sondern mit der Temperatur des unterirdischen Baches (16°,8) verglichen hatte; ob ich gleich selbst schon ausgesprochen (Rel. hist. T. III. p. 146 und 194), daß zu den Wassern der Höhle sich wohl höhere Bergwasser könnten gemischt haben.

†) Boussingault in den Ann. de Chimie T.

y de San Pedro, und erschienen einige Zeit nachher unter furchtbaren Erdstößen als heiße Quellen. Ich fand im Jahr 1803 ihre Temperatur zu $65^{\circ},8$.

Die Quellen in Griechenland fließen erweislich noch an denselben Orten wie in dem hellenischen Alterthume. Der Erasinos-Quelle, zwei Stunden Weges südlich von Argos am Abhange des Chaon, erwähnt schon Herodot. Bei Delphi steht man noch die Kassotis (jezt Brunnen des heil. Nikolaos), südlich von der Lesche entspringend und unter dem Apollotempel durchfließend; auch die Kastalia am Fuß der Phäbriaden und die Pirene bei Akroforinth, wie die heißen Bäder von Aedepos auf Euböa, in denen Sulla während des Mithridatischen Krieges badete*). Ich führe gern diese Einzelheiten an, weil sie lebhaft daran erinern, wie in einem so häufigen und bestigen Erschütterungen ausgesetzten Lande doch das Innere unfres Planeten in kleinen Verzweigungen offener und Wasser führender Spalten, wenigstens 2000 Jahre lang, seine alte Gestaltung hat bewahren können. Auch die Fontaine jaillissante von Villers im Departement des Pas de Calais ist bereits im Jahr 1126 erbobrt worden, und seitdem ununterbrochen zu derselben Höhe mit derselben Wassermenge gestiegen; ja der vortreffliche Geograph der caramanischen Küste, Capitän Beaufort, hat dieselbe Flamme, genährt von ausströmendem brennbarem Gas, im Gebiet des Phaselis leuchten sehen, welche Plinius †) als die Flamme der Chimära in Lykien beschreibt.

Die von Arago 1821 gemachte Beobachtung ‡), daß die tieferen artesischen Brunnen die wärmeren sind, hat zuerst ein großes Licht auf den Ursprung der Thermalquellen und auf die Auffindung des Gesetzes der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme verbreitet. Auffallend ist es und erst in sehr neuer Zeit beachtet, daß schon der heilige Patricius ||), wahrscheinlich Bischof von Pertusa, durch die bei Carthago ausbrechenden heißen Quellen am Ende des dritten Jahrhunderts auf eine sehr richtige Ansicht der Erscheinungen geleitet wurde. Als man ihn nach der Ursach der siedenden, dem Erdschooß entquellenden Wasser befragte, antwortete er: „Feuer wird in den Wolken genährt und im Innern der Erde, wie der Aetna sammt einem anderen Berge in der Nähe von Neapel auch lehren. Die unterirdischen Wasser steigen wie durch Heber empor. Die Ursach der heißen Quellen ist diese: die Wasser, welche vom unterirdischen Feuer entfernter sind, zeigen sich kälter; die, welche dem Feuer näher entquellen, bringen, durch dasselbe erwärmt, eine unerträgliche Hitze an die Oberfläche, die wir bewohnen.“

So wie die Erschütterungen oft von Wasser- und Dampfausbrüchen begleitet sind, so erkennt man in den Salzen oder kleinen Schlammvulkanen einen Uebergang von den wechselnden Erscheinungen, welche die Dampfausbrüche und Thermalquellen darbieten, zu der mächtigen und grausenvollen Thätigkeit Lava speiender Berge. Wenn diese als Quellen geschmolzener Erden vulkanische Gebirgsarten hervorbringen; so erzeugen heiße, mit Kohlenäure und Schwefelgas geschwängerte Quellwasser ununterbrochen durch Niederschlag, horizontal auf einander gelagerte Schichten von Kalkstein (Tra-

LII. p. 181. Die Quelle von Chaubes Aigues in der Auvergne hat nur 80° . Auch ist zu bemerken, daß, während die Aguas calientes de las Trincheras südlich von Portocabello (Venezuela), aus einem in regelmäßige Bänke gespaltenen Granit ausbrechend, fern von allen Vulkanen volle 97° Wärme zeigen, alle Quellen am Abhange der noch thätigen Vulkane (Pasto, Cotopari und Tunguragua) nur eine Temperatur von 36° — 54° haben.

*) Die Kassotis (Brunnen des heil. Nikolaos) und Kastalia-Quellen (Fuß der Phäbriaden) in Pausanias X. 24, 5 und X. 8, 9; die Pirene (Akroforinth) in Strabo p. 379; die Erasinos-Quelle (Berg Chaon südlich von Argos) in Herod. VI. 87 und Pausan. II. 24, 7; die Quellen von Aedepos (Euböa), von denen einige 31° , andere 62° bis 75° Wärme haben, in Strabo p. 60 und 447, Athenäus II. 3, 73; die

warmen Quellen von Thermopylä am Fuße des Oeta zu 65° , in Pausan. X. 21, 2. (Alles aus handschriftlichen Nachrichten von dem gelehrten Begleiter Diefried Müllers, Herrn Professor Curtius.)

†) Plin. II. 106; Seneca, Epist. 79 § 3 ed. Ruhkopf. (Beaufort, Survey of the Coast of Karamania 1820 Art. Yanar, bei Delistafsch, dem alten Phaselis, p. 24.) Vergl. auch Etesias Fragm. cap. 10 p. 250 ed. Bähr; Strabo lib. XIV p. 665 Casaub.

‡) Arago im Annuaire pour 1835 p. 234.

||) Aetna S. Patricii p. 555 ed. Ruinart, T. II. p. 385 Mazochi. Dureau de la Malle hat zuerst auf diese merkwürdige Stelle aufmerksam gemacht in den Recherches sur la Topographie de Carthage 1835 p. 276. (Vergl. Seneca, Nat. Quaest. III. 24.)

vertino), oder hauen conische Hügel auf, wie im nördlichen Afrika (Algerien) und in den Baños von Caramarca, an dem westlichen Abhange der peruanischen Andeskette. In dem Traverfino von Van Diemens Land (unweit Hobart-Town) sind nach Charles Darwin Reste einer untergegangenen Vegetation enthalten. Wir deuten hier durch Lava und Traverfino (zwei Gebirgsarten, die fortfahren sich unter unseren Augen zu bilden) auf die Haupt-Gegensätze geognostischer Verhältnisse.

Die Salsen oder Schlammyulkane verdienen mehr Aufmerksamkeit, als die Geognosten ihnen bisher geschenkt haben. Man hat die Größe des Phänomens verkannt, weil von den zwei Zuständen, die es durchläuft, in den Beschreibungen gewöhnlich nur bei dem letzteren, dem friedlicheren Zustande, in dem sie Jahrhunderte lang beharren, verweilt wird. Die Entstehung der Salsen ist durch Erdbeben, unterirdischen Donner, Hebung einer ganzen Länderstrecke und einen hohen, aber auf eine kurze Dauer beschränkten Flammenausbruch bezeichnet. Als auf der Halbinsel Abscheron, am caspischen Meere, östlich von Baku, die Salse von Jokmali sich zu bilden anfang (27. Nov. 1827), loberten die Flammen drei Stunden lang zu einer außerordentlichen Höhe empor; die nachfolgenden 20 Stunden erhoben sie sich kaum 3 Fuß über den schlammauswerfenden Krater. Bei dem Dorfe Bakickli, westlich von Baku, stieg die Feuersäule so hoch, daß man sie in sechs Meilen Entfernung sehen konnte. Große Felsblöcke, der Tiefe entrisen, wurden weit umhergeschleudert. Diese findet man auch um die gegenwärtig so friedlichen Schlammyulkane von Monte-Zibio, nahe bei Sassuolo im nördlichen Italien. Der Zustand des zweiten Stadiums hat sich über 1½ Jahrtausende in den von den Alten beschriebenen Salsen von Virgenti (den Macalubi) in Sicilien erhalten. Dort stehen, nahe an einander gereiht, viele kegelförmige Hügel von 8, 10, ja 30 Fuß Höhe, die veränderlich ist, wie ihre Gestaltung. Aus dem oberen sehr kleinen und mit Wasser gefüllten Becken fließt, unter periodischer Entwicklung von Gas, fettiger Schlamm in Strömen herab. Dieser Schlamm ist gewöhnlich kalt, bisweilen (auf der Insel Java bei Damat in der Provinz Samarang) von hoher Temperatur. Auch die mit Geräusch ausströmenden Gasarten sind verschiedenartig: Wasserstoffgas mit Naphtha gemengt, Kohlenensäure und, wie Parrot und ich erwiesen haben (auf der Halbinsel Taman und in den südamerikanischen Volcaneitos de Turbaco), fast reines Stidgas*).

Die Schlammyulkane bieten dem Beobachter, nach dem ersten gewaltsamen Feuer ausbruch, der vielleicht in gleichem Maaße nicht einmal allen gemein ist, das Bild einer meist ununterbrochen fortwirkenden, aber schwachen Thätigkeit des inneren Erdkörpers dar. Die Communication mit den tiefen Schichten, in denen eine hohe Temperatur herrscht, wird bald wieder in ihnen verstopft; und die kalten Ausströmungen der Salsen scheinen zu lehren, daß der Sitz des Phänomens im Beharrungszustande nicht sehr weit von der Oberfläche entfernt sein könne. Von ganz anderer Mächtigkeit zeigt sich die Reaction des inneren Erdkörpers auf die äußere Rinde in den eigentlichen Vulkanen oder feuer speienden Bergen, d. i. in solchen Punkten der Erde, in welchen eine bleibende oder wenigstens von Zeit zu Zeit erneuerte Verbindung mit einem tiefen Herde sich offenbart. Man muß sorgfältig unterscheiden zwischen mehr oder minder gesteigerten vulkanischen Erscheinungen, als da sind: Erdbeben, heiße Wasser- und Dampfquellen, Schlammyulkane, das Hervortreten von glocken- und domförmigen ungeöffneten Trachybergen, die Oeffnung dieser Berge oder der emporgehobenen Basaltschichten als Erhebungs krater, endliches Aufsteigen eines permanenten Vulkan's in dem Erhebungs krater selbst oder zwischen den Trümmern seiner ehemaligen

*) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 562—567; Asie centrale T. I. p. 43, T. II. p. 505—515; Vues des Cordilleres Pl. XLI. Ueber die Macalubi (das arabische makhlub, umgestürzt, das Umgekehrte, von der Wurzel khalaba) und wie „die Erde flüssige Erde

ausstößt,“ s. Solinus cap. 5: idem ager Agrigentinus eructat limosas senturigines, et ut venae fontium sufficiunt rivis subministrandis, ita in hac Siciliae parte solo nunquam deficiente, aeterna rejectione terram terra evomit.

Bildung. Zu verschiedenen Zeiten, bei verschiedenen Graden der Thätigkeit und Kraft, stoßen die permanenten Vulkane Wasserdämpfe, Säuren, weitleuchtende Schladen oder, wenn der Widerstand überwunden werden kann, bandförmig schmale Feuerströme geschmolzener Erden aus.

Als Folge einer großen, aber localen Kraftäufserung im Inneren unsres Planeten heben elastische Dämpfe entweder einzelne Theile der Erdrinde zu domförmigen, ungeöffnieten Massen feldspathreichen Trachyts und Dolerits (Puy de Dôme und Chimborazo) empor; oder es werden die gehobenen Schichten durchbrochen, und dergestalt nach außen geneigt, daß auf der entgegengesetzten inneren Seite ein steiler Felsrand entsteht. Dieser Rand wird dann die Umgebung eines Erhebungskraters. Wenn derselbe, was keineswegs immer der Fall ist, von dem Meeresgrunde selbst aufgestiegen ist, so hat er die ganze physiognomische Gestaltung der gehobenen Insel bestimmt. Dies ist die Entstehung der zirkelrunden Form von Palma, die Leopold von Buch so genau und geistreich beschrieben, und von Mysiros*) im ägäischen Meere. Bisweilen ist die eine Hälfte des ringförmigen Randes zerstört, und in dem Bufen, den das eingedrungene Meer gebildet, haben gesellige Corallenthier ihre zelligen Wohnungen aufgebaut. Auch auf den Continenten sind die Erhebungs-krater oft mit Wasser gefüllt und verschönern auf eine ganz eigenthümliche Weise den Charakter der Landschaft.

Ihre Entstehung ist nicht an eine bestimmte Gebirgsart gebunden; sie brechen aus in Basalt, Trachyt, Leucit-Porphyr (Somma), oder in doleritartigem Gemenge von Augit und Labrador. Daher die so verschiedene Natur und äußere Gestaltung dieser Art der Kraterländer. „Von solchen Umgebungen gehen keine Eruptions-Erscheinungen aus; es ist durch sie kein bleibender Verbindungscanal mit dem Inneren eröffnet, und nur selten findet man in der Nachbarschaft oder im Inneren eines solchen Kraters Spuren von noch wirkender vulkanischer Thätigkeit. Die Kraft, welche eine so bedeutende Wirkung hervorzubringen vermochte, muß sich lange im Inneren gesammelt und verstärkt haben, ehe sie den Widerstand der darauf drückenden Masse überwältigen konnte. Sie reißt bei Entstehung neuer Inseln körnige Gebirgsarten und Conglomerate (Tuffschichten voll Seepflanzen) über die Oberfläche des Meers empor. Durch den Erhebungs-krater entweichen die gespannten Dämpfe; eine so große erhobene Masse fällt aber wieder zurück und verschleißt sofort die nur für solche Kraftäufserung gebildete Deffnung. Es entsteht kein Vulkan†).“

Ein eigentlicher Vulkan entsteht nur da, wo eine bleibende Verbindung des inneren Erdkörpers mit dem Luftkreise errungen ist. In ihm ist die Reaction des Inneren gegen die Oberfläche in langen Epochen dauernd. Sie kann, wie einst beim Vesuv (Fisore ‡), Jahr-

*) S. die interessante kleine Carte der Insel Mysiros in Rossi, Reisen auf den griechischen Inseln Bd. II. 1843 S. 69.

†) Leopold von Buch, Phys. Beschreibung der Canarischen Inseln S. 326; derselbe über Erhebungs-erater und Vulcane, in Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 169. Schon Strabo unterscheidet sehr schön da, wo er der Trennung Siciliens von Calabrien erwähnt, die zwiesache Bildung von Inseln. „Einige Inseln,“ sagt er (lib. VI. p. 258 ed. Casaub.), „sind Bruchstücke des festen Landes; andere sind aus dem Meere, wie noch jetzt sich zuträgt, hervorgegangen. Denn die Fuchsee-Inseln (die weit hinaus im Meere liegen) wurden wahrscheinlich aus der Tiefe emporgehoben, hingegen die an Vorgebirgen liegenden scheinen (vernünftigmäßig) dem Festlande abgerissen.“

‡) Oero Fisore (Mons Vesuvius) in umbrischer Sprache (Lassen, Deutung der Euginischen Tafeln, im Rhein. Museum 1832 S. 387); das Wort oero ist sehr wahrscheinlich ächt umbrisch und bedeutet, selbst nach Festus, Berg. Aetna würde, wenn nach Rossi Αἴων ein hellenischer Laut ist und mit αἰσω und αἰσως zusammenhängt, ein Brand- und Glanz-

berg sein; aber der scharfsinnige Warthey bezweifelt diesen hellenischen Ursprung aus etymologischen Gründen: auch weil der Aetna keinesweges als ein leuchtendes Feuerzeichen für hellenische Schiffer und Wanderer dasteht, wie der rastlos arbeitende Stromboli (Strom-gole), den Homer zu bezeichnen scheint (Odys. XII. 68, 202 und 219), wenn auch die geographische Lage minder bestimmt angegeben ist. Ich vermute, daß der Name Aetna sich in der Sprache der Siculer finden würde, wenn man irgend erhebliche Reste derselben besäße. Nach Diodor (V. 6) wurden die Sicaner, d. i. die Eingebornen von Sicilien Völker, die vor den Siculern die Insel bewohnten), durch Eruptionen des Aetna, welche mehrere Jahre dauerten, gezwungen, sich in den westlichen Theil des Landes zu flüchten. Die älteste beschriebene Eruption des Aetna ist die von Pinbar und Aeschylus erwähnte unter Sieron Ol. 75, 2. Es ist wahrscheinlich, daß Hesiodus schon verheerende Wirkungen des Aetna vor den griechischen Niederlassungen gekannt habe; doch über den Namen Αἴων im Text des Hesiodus bleiben Zweifel, deren ich an einem anderen Orte umständlicher gedacht habe (Summi, Examen crit. de la Géogr. T. I. p. 168).

hunderte lang unterbrochen sein und dann doch wieder in erneuerter Thätigkeit sich darbieten. Zu Nero's Zeiten war man in Rom schon geneigt, den Aetna in die Classe allmählig erlöschender Feuerberge*) zu setzen; ja später behauptete Aelian†) sogar, die Seefahrer fingen an, den einsinkenden Gipfel weniger weit vom hohen Meere aus zu sehen. Wo die Zeugen des ersten Ausbruchs, ich möchte sagen, das alte Gerüste sich vollständig erhalten hat, da steigt der Vulkan aus einem Erhebungskrater empor, da umgiebt den isolirten Kegelsberg circusartig eine hohe Felsmauer, ein Mantel, der aus stark aufgerichteten Schichten besteht. Bisweilen ist von dieser circusartigen Umgebung keine Spur mehr sichtbar, und der Vulkan, nicht immer ein Kegelsberg, steigt auch als ein langgedehnter Rücken, wie der Pichincha, an dessen Fuß die Stadt Quito liegt, unmittelbar aus der Hochebene auf.

Wie die Natur der Gebirgsarten, d. h. die Verbindung (Gruppierung) einfacher Mineralien zu Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, zu Trachyt, Basalt und Dolerit, unabhängig von den jetzigen Klimaten, unter den verschiedensten Himmelsstrichen dieselbe ist; so sehen wir auch überall in der anorganischen Natur gleiche Geseze der Gestaltung sich enthüllen, Geseze, nach welchen die Schichten der Erdrinde sich wechselseitig tragen, gangartig durchbrechen, durch elastische Kräfte sich heben. In den Vulkanen ist dieses Wiederkehren derselben Erscheinungen besonders auffallend. Wo dem Seefahrer nicht mehr die alten Sterne leuchten, in Inseln ferner Meere, von Palmen und fremdartigen Gewächsen umgeben, sieht er in den Einzelheiten des landschaftlichen Charakters den Vesuv, die domförmigen Gipfel der Auvergne, die Erhebungskrater der canarischen und azorischen Inseln, die Ausbruchspalten von Island wiederkehrend abgespiegelt; ja ein Blick auf den Begleiter unsres Planeten, den Erdmond, verallgemeinert die hier bemerkte Analogie der Gestaltung. In den mittelst großer Fernröhre entworfenen Carten des luft- und wasserlosen Satelliten erkennt man mächtige Erhebungskrater, welche Kegelsberge umgeben oder sie auf ihren Ringwällen tragen: unbestreitbare Wirkungen der Reaction des Inneren gegen die Oberfläche des Mondes, begünstigt von dem Einfluß einer geringeren Schwere.

Wenn in vielen Sprachen Vulkane mit Recht feuerfreie Berge genannt werden, so ist ein solcher Berg darum keinesweges durch eine allmähliche Anhäufung von ausfließenden Lavaströmen gebildet; seine Entstehung scheint vielmehr allgemein die Folge eines plötzlichen Emporhebens zäher Massen von Trachyt oder labradorbaltigem Augitgesteine zu sein. Das Maaz der hebenden Kraft offenbart sich in der Höhe der Vulkane; und diese ist so verschieden, daß sie bald die Dimension eines Hügels (Vulkan von Cosima, einer der japanischen Kurilen), bald die eines 18000 Fuß hohen Kegels hat. Es hat mir geschienen, als sei das Höhenverhältniß von großem Einfluß auf die Frequenz der Ausbrüche, als wären diese weit häufiger in den niedrigeren als in den höheren Vulkanen. Ich erinnere an die Reihenfolge: Stromboli (2175 Fuß), der fast täglich donnernde Guacamayo in der Provinz Quiros (ich habe ihn oft in 22 Meilen Entfernung in Chillo bei Quito gehört), der Vesuv (3637 F.), Aetna (10200 F.), Pie von Teneriffa (11424 F.) und Cotopaxi (17892 F.). Ist der Heerd dieser Vulkane in gleicher Tiefe, so gehört eine größere Kraft dazu, die geschmolzenen Massen zu einer 6 und 8mal größeren Höhe zu erheben. Während daß der niedrige Stromboli (Stronghyle) rastlos arbeitet, wenigstens seit den Zeiten homerischer Sagen, und, ein Leuchthurm des tyrhenthischen Meeres, den Seefahrern zum leitenden Feuerzeichen wird, sind die höheren Vulkane durch lange Zwischenzeiten von Ruhe charakterisirt. So sehen wir die Eruptionen der meisten Colosse, welche die Andeskette krönen, fast durch ein ganzes Jahrhundert von einander getrennt. Wo man Ausnahmen von diesem Geseze bemerkt, auf welches ich längst schon aufmerksam gemacht, mögen sie in dem Umstande gegründet sein, daß die Verbindungen zwischen dem

*) Seneca, Epist. 79.

| †) Aelian, Var. hist. VIII, 11.

vulkanischen Herde und dem Ausbruchkrater nicht bei allen Vulkanen, die man vergleicht, in gleichem Maaße als permanent frei gedacht werden können. In den niedrigen mag eine Zeit lang der Verbindungschanal verschlossen sein, so daß ihre Ausbrüche seltener werden, ohne daß sie deshalb dem Erlöschen näher sind.

Mit den Betrachtungen über das Verhältniß der absoluten Höhe zur Frequenz der Entflammung des Vulkans, in so fern dieselbe äußerlich sichtbar ist, steht in genauem Zusammenhange der Ort, an welchem die Lava sich ergießt. Bei vielen Vulkanen sind die Ausbrüche aus dem Krater überaus selten, sie geschehen meist, wie am Aetna im sechzehnten Jahrhundert der berühmte Geschichtschreiber Bembo*) schon als Jüngling bemerkte, auf Seitenspalten, da wo die Wände des gehobenen Berges durch ihre Gestaltung und Lage am wenigsten Widerstand leisten. Auf diesen Spalten steigen bisweilen Auswurfskegel auf: große, die man fälschlich durch den Namen neuer Vulkane bezeichnet und die an einander gereiht die Richtung einer, bald wieder geschlossenen Spalte bezeichnen; kleine in Gruppen zusammengedrängt, eine ganze Bodenstrecke bedeckend, glocken- und bienenkorbartig. Zu den letzteren gehören die hornitos de Jorullo †), und die Regel des Vesuviusausbruchs im October 1822, des Vulkans von Awatscha nach Postels und des Lavensfeldes bei den Baidaren-Bergen nach Erman, auf der Halbinsel Kamtschatka.

Stehen die Vulkane nicht frei und isolirt in einer Ebene, sind sie, wie in der Doppelfette der Andes von Quito, von einem neun- bis zwölftausend Fuß hohen Tafellande umgeben, so kann dieser Umstand wohl dazu beitragen, daß sie bei den furchtbarsten Ausbrüchen feuriger Schladen, unter Detonationen, die über hundert Meilen weit vernommen werden, keine Lavaströme erzeugen ‡). So die Vulkane von Popayan, der Hochebene von Los Pastos, und der Andes von Quito, vielleicht unter den letzteren den einzigen Vulkan von Antisana ausgenommen.

Die Höhe des Aschenkegels und die Größe und Form des Kraters sind Elemente der Gestaltung, welche vorzugweise den Vulkanen einen individuellen Charakter geben; aber beide, Aschenkegel und Krater, sind von der Dimension des ganzen Berges völlig unabhängig. Der Vesuv ist mehr als dreimal niedriger als der Pic von Teneriffa, und sein Aschenkegel erhebt sich doch zu $\frac{1}{3}$ der ganzen Höhe des Berges, während der Aschenkegel des Pico nur $\frac{1}{20}$ derselben beträgt. Bei einem viel höheren Vulkan als dem von Teneriffa, bei dem Rucu-Pichincha, tritt dagegen ein Verhältniß ein, das wiederum dem des Vesuvus näher kommt. Unter allen Vulkanen, die ich in beiden Hemisphären gesehen, ist die Kegelform des Cotopari die schönste und regelmässigste. Ein plötzliches Schmelzen des Schnees an seinem Aschenkegel verkündigt die Nähe des Ausbruchs. Ehe noch Rauch sichtbar wird in den dünnen Luftschichten, die den Gipfel und die Krateröffnung umgeben, sind bisweilen die Wände des Aschenkegels von innen durchglüht, und der ganze Berg bietet dann den grausenvollsten, unheilverkündigenden Anblick der Schwärze dar.

Der Krater, welcher, sehr seltene Fälle ausgenommen, stets den Gipfel der Vulkane einnimmt, bildet ein tiefes, oft zugängliches Kesseltal, dessen Boden beständigen Veränderungen unterworfen ist. Die größere oder geringere Tiefe des Kraters ist bei vielen Vulkanen ebenfalls ein Zeichen des nahen oder fernen Bevorstehens einer Eruption. Es öffnen und schließen sich wechselseitig in dem Kesseltale langgedehnte dampfausströmende

*) Petri Bembi Opuscula (Aetna Dialogus), Basil. 1556 p. 63: „quicquid in Aetnae matris utero coalescit, nunquam exit ex cratere superiore, quod vel eo incendere gravis materia non queat, vel, quia inferius alia spiramenta sunt, non sit opus. Despumant flammis urgentibus ignei rivi pigro fluxu totas delambentes plagas, et in lapidem indurascunt.“

†) S. meine Zeichnung des Vulkans von Jorullo, seiner Hornitos und des gehobenen Malpays in den Vuos des Cordillères Pl. XLIII. p. 239.

‡) Humboldt, Essai sur la Géogr. des Plantes et Tableau phys. des Régions équinoxiales 1807 p. 130 und Essai géogn. sur le gisement des Roches p. 321. Daß übrigens nicht die Gestaltung, Lage und absolute Höhe der Vulkane die Ursach des völligen Mangels von Lavaströmen bei fortdauernder innerer Thätigkeit sei, lehrt uns der größere Theil der Vulkane von Java (Leob. von Buch, Deser. phys. des Iles Canaries p. 419; Reinwardt und Hoffmann in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 607).

Spalten oder kleine rundliche Feuerschlünde, die mit geschmolzenen Massen gefüllt sind. Der Boden steigt und sinkt; in ihm entstehen Schlackenbügel und Auswurfstege, die sich bisweilen hoch über die Ränder des Kraters erheben, den Vulkanen ganze Jahre lang eine eigenthümliche Physiognomie verleihen, aber urplötzlich während einer neuen Eruption zusammenstürzen und verschwinden. Die Oeffnungen dieser Auswurfstege, die aus dem Kraterboden aufsteigen, dürfen nicht, wie nur zu oft geschieht, mit dem Krater selbst, der sie einschließt, verwechselt werden. Ist dieser unzugänglich durch ungeheure Tiefe und durch senkrechten Absturz der Ränder nach innen, wie auf dem Vulkan Rucu-Pichincha (14946 Fuß), so blickt man von jenen Rändern auf die Gipfel der Berge hinab, die aus dem theilweise mit Schwefeldampf gefüllten Kesseltal emporragen. Einen wunderbareren und großartigeren Naturanblick habe ich nie genossen. In der Zwischenzeit zweier Eruptionen bietet ein Krater entweder gar kein leuchtendes Phänomen, sondern bloß offene Spalten und aufsteigende Wasserdämpfe dar; oder man findet auf seinem kaum erbigten Boden Schlackenbügel, denen man sich gefahrlos nähern kann. Sie ergöhen gefahrlos den wandernden Geognosten durch das Auswerfen feurigglühender Massen, die auf den Rand des Schlackenfelds herabfallen und deren Erscheinen kleine, ganz locale Erdstöße regelmäßig vorherverkündigen. Lava ergießt sich bisweilen aus offenen Spalten und kleinen Schlünden in den Krater selbst, ohne den Kratertrand zu durchbrechen und überzufließen. Geschieht aber ein solcher Durchbruch, so fließt die neueröffnete Erdquelle meist dergestalt ruhig und auf so bestimmten Wegen, daß das große Kesseltal, welches man Krater nennt, selbst in dieser Eruptions-Epoche besucht werden kann. Ohne eine genaue Darstellung von der Gestaltung, gleichsam dem Normalbau der feuerspeienden Berge können Erscheinungen nicht richtig aufgefaßt werden, die durch phantastische Beschreibungen und durch die Vieldeutigkeit oder vielmehr durch den so unbestimmten Sprachgebrauch der Wörter Krater, Auswurfstege und Vulkan lange verunstaltet worden sind. Die Ränder des Kraters zeigen sich theilweise weit weniger veränderlich, als man es vermuthen sollte. Saussure's Messungen, mit den meinigen verglichen, haben z. B. am Vesuv das merkwürdige Resultat gegeben, daß in 49 Jahren (1773—1822) der nordwestliche Rand des Vulkans (Roeca del Palo) in seiner Höhe über der Meeresfläche in den Grenzen der Genauigkeit unserer Messungen als fast unverändert betrachtet werden darf*).

Vulkane, welche, wie die der Andeskette, ihren Gipfel hoch über die Grenze des ewigen Schnees erheben, bieten eigenthümliche Erscheinungen dar. Die Schneemassen erregen nicht bloß durch plötzliches Schmelzen während der Eruption furchtbare Ueberschwemmungen, Wasserströme, in denen dampfende Schlacken auf dicken Eismassen schwimmen; sie wirken auch ununterbrochen, während der Vulkan in vollkommener Ruhe ist, durch Infiltration in die Spalten des Trachytgesteins. Höhlungen, welche sich an dem Abhange oder am Fuß der Feuerberge befinden, werden so allmählig in unterirdische Wasserbehälter verwandelt, die mit den Alpenbächen des Hochlandes von Quito durch enge Oeffnungen vielfach communiciren. Die Fische dieser Alpenbäche vermehren sich vorzugsweise im Dunkel der Höhlen; und wenn dann Erdstöße, die allen Eruptionen der Andeskette vorhergehen, die ganze Masse des Vulkans mächtig erschüttern, so öffnen sich auf einmal die unterirdischen Gewölbe, und es entstürzen ihnen gleichzeitig Wasser, Fische und tuffartiger Schlamm. Dies ist die sonderbare Erscheinung, welche der kleine Wels der Cyclopen†), die Prenadilla der Bewohner der Hochebene von Quito gewährt. Als in der Nacht vom 19. zum 20. Julius 1698 der Gipfel des 18000 Fuß hohen Berges Carguairazo zusammenstürzte, so daß vom Kraterlande nur zwei ungeheure Felshörner stehen blieben, da bedeckten flüssiger Tuff

*) S. die Fundamente meiner Messungen verglichen mit denen von Saussure und Graf Winto in den Abhandlungen der Akademie der Wiss. zu Berlin aus den J. 1822 und 1823 S. 30.

†) *Pimelodes Cyclopum* s. *Gumboldt*, *Recueil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée* T. I. p. 21—25.

und Unfruchtbarkeit verbreitender Lettenschlamm (lodazales), tordte Fische einschließend, auf fast zwei Quadratmeilen die Felder umher. Eben so wurden, sieben Jahr früher, die Faulfieber in der Gebirgsstadt Ibarra, nördlich von Quito, einem Fischeauswurfe des Vulkans Imbaburu zugeschrieben.

Wasser und Schlamm, welche in der Andeskette nicht dem Krater selbst, sondern den Höhlen in der Trachytmasse des Berges entströmen, sind demnach im engeren Sinne des Worts nicht den eigentlichen vulkanischen Phänomenen beizuzählen. Sie stehen nur in mittelbarem Zusammenhange mit der Thätigkeit der Vulkane, fast in demselben Maasse, wie der sonderbare meteorologische Proceß, welchen ich in meinen früheren Schriften mit der Benennung vulkanischer Gewitter bezeichnet habe. Der heiße Wasserdampf, welcher während der Eruption aus dem Krater aufsteigt und sich in den Luftkreis ergießt, bildet beim Erkalten ein Gewölk, von dem die viele tausend Fuß hohe Aschen- und Feuerfäule umgeben ist. Eine so plötzliche Condensation der Dämpfe und, wie Gay-Lussac gezeigt hat, die Entstehung einer Wolke von ungeheurer Oberfläche vermehren die electrische Spannung. Blitze fahren schlängelnd aus der Aschensäule hervor, und man unterscheidet dann (wie am Ende des Ausbruchs des Vesuvius in den letzten Tagen des Decembris 1822) deutlich den rollenden Donner des vulkanischen Gewitters von dem Krachen im Inneren des Vulkans. Die aus der vulkanischen Dampfwolke herabfallenden Blitze haben einst in Island (am Vulkan Katlagia 17. October 1755) nach Olafsen's Bericht 11 Pferde und 2 Menschen getödtet.

Nachdem wir so in dem Naturgemälde den Bau und die dynamische Thätigkeit der Vulkane geschildert haben, müssen wir noch einen Blick auf die stoffartige Verschiedenheit ihrer Erzeugnisse werfen. Die unterirdischen Kräfte trennen alte Verbindungen der Stoffe, um neue Verbindungen hervorzubringen, sie bewegen zugleich das Umgewandelte fort, so lange es, in Wärme aufgelöst, noch verschiebbar ist. Das Erstarren des Zähnen oder des Beweglich-Flüssigen unter größerem oder geringerem Drucke scheint hauptsächlich den Unterschied der Bildung plutonischer und vulkanischer Gebirgsarten zu bestimmen. Eine Gebirgsart, in schmalen Längen-Zonen einer vulkanischen Mündung (einem Erde-Quell) entlossen, heißt Lava. Wo mehrere Lavaströme sich begegnen und in ihrem Laufe aufgehalten werden, dehnen sie sich in der Breite aus und füllen große Becken, in welchen sie zu auf einander gelagerten Schichten erstarren. Diese wenigen Sätze enthalten das Allgemeine der productiven Thätigkeit der Vulkane.

Gebirgsarten, welche die Vulkane bloß durchbrechen, bleiben oft in den Feuerproducten eingeschlossen. So habe ich felspathreiche Syenitmassen in den schwarzen Augitklaven des mericanischen Vulkans von Jorullo, als edige Stücke eingewachsen, gefunden; die Massen von Dolomit und körnigem Kalkstein aber, welche prachtvolle Drusen krystallisirter Fossilien (Vesuviane und Granaten, von Mejonit, Nephelin und Sodolith bedeckt) enthalten, sind nicht Auswürflinge des Vesuvius: „sie gehören vielmehr einer sehr allgemein verbreiteten Formation, Tuffschichten an, welche älter als die Erhebung der Somma und des Vesuvius, wahrscheinlich Erzeugnisse einer submarinischen, tief im Inneren verborgenen, vulkanischen Wirkung sind.“*) Unter den Producten der jetzigen Vulkane finden sich fünf Metalle: Eisen, Kupfer, Blei, Arsenik, und das von Stromeyer im Krater von Volcano entdeckte Selen. Durch dampfende Fumarolen sublimiren sich Chloroefen, Chlorkupfer, Chlorblei und Chlorammonium; Eisenglanz†) und Rochsalz (das letzte oft in großer Menge) erscheinen als Gangtrümmer in frischgeschlossenen Lavaströmen oder auf neuen Spalten der Kraterränder.

*) Leop. v. Buch in Poggend. Ann. Bb. XXXVII. S. 179.

†) Ueber den chemischen Ursprung des Eisenglanzes in vulkanischen Massen s. Mitscherlich in Poggend.

Ann. Bd. XV. S. 630. Ueber die Entbindung der Hydrochlorsäure im Krater s. Gay-Lussac in den Annales de Chimie et de Phys. T. XXII. p. 423.

Die mineralische Zusammensetzung der Laven ist verschieden nach der Natur des krystallinischen Gesteins, aus welchem der Vulkan besteht, nach der Höhe des Punktes, wo der Ausbruch geschieht (ob am Fuß des Berges oder in der Nähe des Kraters), nach dem Temperatur-Zustande des Inneren. Glasartige vulkanische Bildungen, Obsidian, Perlstein oder Bimsstein fehlen einigen Vulkanen ganz, wenn dieselben bei anderen nur aus dem Krater selbst oder wenigstens aus beträchtlichen Höhen entspringen. Diese wichtigen und verwickelten Verhältnisse können allein durch sehr genaue krystallographische und chemische Untersuchungen ergründet werden. Mein sibirischer Reisebegleiter Gustav Ruse, wie später Hermann Abich, haben mit vielem Glücke und Scharfsinn angefangen über das dichte Gewebe so verschiedenartiger vulkanischer Felsarten ein helles Licht zu verbreiten.

Von den aufsteigenden Dämpfen ist der größere Theil reiner Wasserdampf. Condensirt, wird derselbe als Quelle z. B. auf der Insel Pantellaria von Ziegenhirten benutzt. Was man, am Morgen des 26. October 1822, aus dem Krater des Vesuvius durch eine Seitenspalte sich ergießen sah und lange für siedendes Wasser hielt, war nach Monticelli's genauer Untersuchung trockne Asche, die wie Triebsand herabschoß, eine durch Reibung zu Staub zerfallene Lava. Das Erscheinen der Asche aber, welche Stunden, ja Tage lang die Luft verfinstert und durch ihren Fall, den Blättern anklebend, den Weingärten und Delbäumen so verderblich wird, bezeichnet durch ihr säulenförmiges Emporsteigen, von Dämpfen getragen, jedes Ende einer großen Eruption. Das ist die prachtvolle Erscheinung, die am Vesuv schon der jüngere Plinius in dem berühmten Briefe an Cornelius Tacitus mit der Gestalt einer hochgezweigten, aber schattigen Pinie verglichen hat. Was man bei Schlakenausbrüchen als Flammen beschreibt, ist, wie der Lichtglanz der rothen Gluthwolken, die über dem Krater schweben, gewiß nicht brennendem Wasserstoffgas zuzuschreiben. Es sind vielmehr Lichtreflexe, die von den hochgeschleuderten geschmolzenen Massen ausgehen; theils auch Lichtreflexe aus der Tiefe, welche die aufsteigenden Dämpfe erleuchten. Was aber die Flammen sein mögen, die man bisweilen während der Thätigkeit von Küsten-Vulkanen oder kurz vor der Hebung eines vulkanischen Eilandes seit Strabo's Zeiten aus dem tiefen Meere hat aufsteigen gesehen, entscheiden wir nicht.

Wenn die Frage aufgeworfen wird, was in den Vulkanen brenne, was die Wärme erzeuge, die Erden und Metalle schmelzend mischt, ja Lavaströmen von großer Dike *) mehrere Jahre lang eine erhöhte Temperatur giebt; so liegt einer solchen Frage das Vorurtheil zum Grunde, Vulkane müßten nothwendig, wie die Erdbrände der Steinkohlenflöße, an das Dasein gewisser feuerernährender Stoffe gebunden sein. Nach den verschiedenen Phasen chemischer Ansichten wurden so bald Erdspech, bald Schwefelkies oder der feuchte Contact von fein zerkleinertem Schwefel und Eisen, bald pyrophorartige Substanzen, bald die Metalle der Alkalien und Erden als die Ursach der vulkanischen Erscheinungen in ihrer intensiven Thätigkeit bezeichnet. Der große Chemiker, welchem wir die Kenntniß der brennbarsten metallischen Substanzen verdanken, Sir Humphry Davy, hat in seinem letzten, ein wehmüthiges Gefühl erregenden Werke (*Consolation in travel and last days of a Philosopher*) seiner kühnen chemischen Hypothese selbst entsagt. Die große mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers (5,44) verglichen mit dem specifischen Gewichte des Kalium (0,865) und Natrium (0,972) oder der Erd-Metalle (1,2), der Mangel von Wasserstoffgas in den luftförmigen Emanationen der Kraterspalten und der nicht erkalteten Lavaströme, viele chemische Betrachtungen endlich †) stehen in Widerspruch mit den früheren Vermuthungen von Davy und Ampère. Entwickelte sich Hydrogen bei dem Ausbruch der Lava, wie groß müßte nicht dessen Masse sein, wenn bei einer sehr niedrigen Lage des Eruptionspunktes die aus-

*) S. die schönen Versuche über Abkühlung von Steinmassen in Bischof's Wärmelehre S. 384, 443, 500–512. †) S. Berzelius und Wöhler in Poggend. Annalen Bd. I. S. 221 und Bd. XI. S. 146; Gay-Lussac in den *Annales de Chimie* T. XXII. p. 422; Bischof, *reasons against the Chemical Theory of Volcanoes* in der englischen Ausgabe seiner Wärmelehre p. 297–309.

fließende Lava, wie in dem denkwürdigen von Madenzie und Soemund Magnussen beschriebenen Ausbruch am Fuß des Skaptar-Jökul in Island (11. Junius bis 3. August 1783), viele Quadratmeilen Landes bedeckt, und gedämpft mehrere hundert Fuß Dicke erreicht. Eben solche Schwierigkeiten zeigen sich bei der geringen Menge ausströmenden Stidgases, wenn man das Eindringen der atmosphärischen Luft in den Krater, oder, wie man bildlich sich ausdrückt, ein Einathmen des Erdkörpers, annimmt. Eine so allgemaine, so tief wirkende, sich im Inneren so weit fortpflanzende Thätigkeit, als die der Vulkane, kann wohl nicht ihren Urquell in der chemischen Verwandtschaft, in dem Contact einzelner nur örtlich verbreiteter Stoffe haben. Die neuere Geognosie sucht diesen Urquell lieber in der unter jeglichem Breitengrade mit der Tiefe zunehmenden Temperatur, in der mächtigen inneren Wärme, welche der Planet seinem ersten Erstarren, seiner Bildung im Weltraume, der kugelförmigen Zusammenziehung dunstförmiger elliptisch kreisender Stoffe verdankt. Neben dem sicheren Wissen steht das Vermuthen und Meinen. Eine philosophische Naturkunde strebt sich über das enge Bedürfnis einer bloßen Naturbeschreibung zu erheben. Sie besteht, wie wir mehrmals erinnert haben, nicht in der sterilen Anhäufung isolirter Thatfachen. Dem neugierig regsamen Geiste des Menschen muß es erlaubt sein, aus der Gegenwart in die Vorzeit hinüberzuschweifen, zu ahnden, was noch nicht klar erkannt werden kann, und sich an den alten, unter so vielerlei Formen immer wiederkehrenden Mythen der Geognosie zu ergözen. Wenn wir Vulkane als unregelmäßig intermittirende Quellen betrachten, die ein flüssiges Gemenge von oxydirten Metallen, Alkalien und Erden austossen, sanft und stille fließen, wo dies Gemenge, durch den mächtigen Druck der Dämpfe gehoben, irgendwo einen Ausgang findet; so erinnern wir uns unwillkürlich an Platon's geognostische Phantasien, nach denen die heißen Quellen, wie alle vulkanischen Feuerströme, Ausflüsse des Pyriphlegeton *), einer im Inneren des Erdkörpers als gegenwärtigen Ursache, sind.

Die Art der Vertheilung der Vulkane auf der Erdoberfläche, unabhängig von allen klima-

7) Nach Platon's geognostischen Ansichten, wie sie im Phädon entwickelt sind, spielt der Pyriphlegeton in's Finstlich auf die Thätigkeit der Vulkane ungefähr dieselbe Rolle, welche wir jetzt der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme und dem geschmolzenen Zustande der inneren Erdschichten zuschreiben (Phaedon ed. Wst. p. 603 und 607, Annot. p. 808 und 817). „Innerhalb der Erde rings umher sind größere und kleinere Gemölbe. Wasser strömt in Fülle darin, auch viel Feuer und große Feuerströme, und Ströme von feuchtem Schlamm (theils reinerem, theils schmutzigerem), wie in Sicilien die vor dem Feuerströme sich ergießenden Ströme von Schlamm und der Feuerstrom selbst; von denen denn alle Dörfer erfüllt werden, je nachdem jedesmal jeder der Ströme seinen Umlauf nimmt. Der Pyriphlegeton ergießt sich in eine weite mit einem gewaltigen Feuer brennende Gegend, wo er einen See bildet, größer als unser Meer, siedend von Wasser und Schlamm. Von hier aus bewegt er sich im Kreise herum um die Erde trübe und schlammig.“ Dieser Fluß geschmolzener Erde und Schlammes ist so sehr die allgemeine Ursache der vulkanischen Erscheinungen, daß Plato ausdrücklich hinzusetzt: „So ist der Pyriphlegeton beschaffen, von welchem auch die Feuerströme (oi βῆakes), wo auf der Erde sie sich auch finden können (ὅπου ἂν τῷ χωρὶ τῆς γῆς), kleine Theile (abgerissene Stücke) herausblasen.“ Die vulkanischen Schlacken und Lavaströme sind demnach Theile des Pyriphlegeton selbst, Theile jener unterirdischen geschmolzenen, stets wogenden Masse. Daß aber oi βῆakes Lavaströme, und nicht, wie Schaefer, Passow und Schleiermacher wollen, „feuerfließende Berge“ bedeute, ist aus vielen theilweise schon von Ukert (Geogr. der Griechen und Römer Th. II, 1, S. 200) gesammelten Stellen sichtbar; βῆας ist das vulkanische Phänomen von seiner bedeutendsten Seite, dem Lavaström, gefaßt. Daher der Ausdruck: die βῆakes des Aetna. Aristot. Mirab. Ausc. T. II. p. 833 sect. 38 Besser; Theophr. III, 116; Theophr. de Lap. 22 p. 427 Schneider; Diod. V, 6 und XIV, 59, wo die merkwürdigen Worte: viele nahe am Meer unfern dem Aetna geliegene Orte wurden zu Grunde gerichtet und τοῦ καλουμένου βῆακος;“ Strabo VI p. 269, XIII p. 628, und von dem berühmten Glühfischlamme der Keltanischen Ebene auf Euböa I p. 68 Casaub.; endlich Appian. de bello civili V, 114. Der Tabel, welchen Aristoteles (Meteor. II, 2, 19) über die geognostischen Phantasien im Phädon ausspricht, bezieht sich eigentlich nur auf die Quellen der Flüsse, welche die Oberfläche der Erde durchströmen. Auffallend muß uns die von Plato so bestimmt ausgesprochene Ansicht sein, nach der „feuchte Schlammawürste in Sicilien den Glühströmen (Lavaströmen) vorher geben.“ Beobachtungen am Aetna können dazu wohl keine Veranlassung gegeben haben, wenn gleich Kapilli und Asche, während des vulkanisch-electrischen Gewitters am Crup-tionskrater, mit geschmolzenem Schnee und Wasser breitartig gemischt, für ausgeworfenen Schlamm zu halten wären. Wahrscheinlich ist es wohl, daß bei Plato die feuchten Schlammströme (ὄγρον πηλοῦ ποταμοῖ) eine dunkle Erinnerung der Salzen (Schlammvulkane von Agrigent) sind, die mit großem Geräusch auswerfen und deren ich schon oben (An. S. 116) erwähnt habe. Unter den vielen verlorenen Schriften des Theophrast ist in dieser Hinsicht der Verlust des Buches „von dem vulkanischen Strom in Sicilien,“ (περὶ βῆακος τοῦ ἐν Σικελίᾳ), dessen Diog. Laert. V, 39 gedenkt, zu beklagen.

tischen Verschiedenheiten, ist sehr scharfsinnig und charakteristisch auf zwei Classen zurückgeführt worden: auf Central- und Reihen-Vulkane, „je nachdem dieselben den Mittelpunkt vieler, fast gleichmäßig nach allen Seiten hin wirkender Ausbrüche bilden, oder in Einer Richtung, wenig von einander entfernt, liegen, gleichsam als Essen auf einer langgedehnten Spalte. Die Reihenvulkane sind wiederum zweierlei Art. Entweder erheben sie sich als einzelne Regel-Inseln von dem Grunde des Meeres, und es läuft ihnen meist zur Seite, in derselben Richtung, ein primitives Gebirge, dessen Fuß sie zu bezeichnen scheinen, oder die Reihenvulkane stehen auf dem höchsten Rücken dieser Gebirgsreihe und bilden die Gipfel selbst.“*) Der Pic von Teneriffa z. B. ist ein Centralvulkan, der Mittelpunkt der vulkanischen Gruppe, von welchem die Ausbrüche von Palma und Lancerote herzuleiten sind. Die lange, mauerartig fortlaufende, bald einfache, bald in zwei und drei parallele Ketten getheilte und dann durch schmale Querjücher gegliederte Andeskette bietet vom südlichen Chili bis zur Nordwestküste von Amerika die großartigste Erscheinung des Auftretens von Reihenvulkanen in einem Festlande dar. In der Andeskette verkündigt sich die Nähe thätiger Vulkane durch das plötzliche Auftreten gewisser Gebirgsarten (Dolerit, Melaphyr, Trachyt, Andesit, Diorit-Porphyr), welche die sogenannten uranfänglichen, wie die schiefrigen und sandsteinartigen Uebergangsschichten und die Flözformationen trennen. Ein solches immer wiederkehrendes Phänomen hatte früh in mir die Ueberzeugung angeregt, daß jene sporadischen Gebirgsarten der Sitz vulkanischer Erscheinungen wären, und daß sie die vulkanischen Ausbrüche bedingten. Am Fuß des mächtigen Tunguragua, bei Penipe (an den Ufern des Rio Puela), sah ich zum ersten Male und deutlich einen Glimmerschiefer, der auf Granit ruht, vom vulkanischen Gestein durchbrochen.

Auch die Reihenvulkane des Neuen Continents sind theilweise, wo sie nahe liegen, in gegenseitiger Abhängigkeit von einander; ja man sieht seit Jahrhunderten sich die vulkanische Thätigkeit in gewissen Richtungen (in der Provinz Quito von Norden nach Süden†) allmählig fortbewegen. Der Herd selbst liegt unter dem ganzen Hochlande dieser Provinz; die einzelnen Verbindungs-Oeffnungen mit der Atmosphäre sind die Berge, welche wir, mit besonderen Namen, als Vulkane von Pichincha, Cotopari oder Tunguragua bezeichnen, und die durch ihre Gruppirung, wie durch Höhe und Gestalt den erhabenen und malerischsten Anblick darbieten, der irgendwo in einer vulkanischen Landschaft auf einem schmalen Raume zu finden ist. Da die äußersten Glieder solcher Gruppen von Reihenvulkanen durch unterirdische Communicationen mit einander verbunden sind, wie vielfache Erfahrungen lehren, so erinnert diese Thatsache an Seneca's alten und wahren Ausspruch‡), daß „der Feuerberg nur der Weg der tiefer liegenden vulkanischen Kräfte sei.“ Auch im mexicanischen Hochlande scheinen die Vulkane (Orizaba, Popocatepetl, Zo-rullo, Colima), von denen ich nachgewiesen ||), daß sie alle in Einer Richtung zwischen 18°

*) Leopold von Buch, *Physikal. Beschreib. der Canarischen Inseln* S. 326—407. Ich zweifle, daß man, wie der geistreiche Charles Darwin zu wollen scheint (*Geological Observations on the Volcanic Islands* 1844 p. 127), Central-Vulkane im Allgemeinen als Reihenvulkane von kurzer Ausdehnung auf parallelen Spalten betrachten könne. Schon Friedrich Hoffmann glaubte in der Gruppe der Liparischen Inseln, die er so trefflich beschrieben und in der zwei Eruptionsspalten sich bei Panaria freuzen, ein Zwischenglied zwischen den zwei Haupt-Erscheinungsweisen der Vulkane, den von Leopold von Buch erkannten Central- und Reihenvulkanen, zu finden (*Voggenb Ann. der Physik* Bd. XXVI. S. 81—88).

†) Sumboldt, *Geognost. Beob. über die Vulkane des Hochlandes von Quito*, in *Voggenb. Annalen* Bd. XXXVI. S. 194.

‡) Seneca, indem er sehr treffend von der problematischen Erniedrigung des Aetna spricht, sagt in dem

79sten Briefe: „Potest hoc accidere, non quia montis altitudo desedit, sed quia ignis evanuit et minus vehemens ac largus effertur: ob eandem causam, fumo quoque per diem segnore. Neutrum autem incredibile est, nec montem qui devoretur quotidie minui, nec ignem non manere eundem; quia non ipse ex se est, sed in aliqua inferna valle conceptus exaestuatur et alibi pascitur: in ipso monte non alimentum habet sed viam.“ (*Ed. Ruhkopfiana* T. III. p. 32.) Die unterirdische Verbindung „durch Höhlengänge“ zwischen den Vulkanen von Sicilien, den Liparen, den Pitheusen (Ischia) und dem Vesuv, von dem man vermuthen darf, er habe ehemals gebrannt und Schlundbecher des Feuers gehabt, ist von Strabo vollkommen erkannt worden (*lib. I. p. 247 und 248*). Er nennt die ganze Gegend „unterferdig.“

||) Sumboldt, *Essai polit. sur la Nouv. Espagne* T. II. p. 173—175.

59' und 19° 12' nördl. Breite liegen, eine Querspalte von Meer zu Meer und eine Abhängigkeit von einander anzudeuten. Der Vulkan von Jorullo ist den 29. September 1759 genau in dieser Richtung, auf derselben Querspalte ausgebrochen, und zu einer Höhe von 1580 Fuß über der umherliegenden Ebene emporgestiegen. Der Berg gab nur einmal einen Erguß von Lava, genau wie der Epomeo auf Ischia im Jahr 1302.

Wenn aber auch der Jorullo, von jedem thätigen Vulkan zwanzig Meilen entfernt, im eigentlichen Sinne des Worts ein neuer Berg ist, so darf man ihn doch nicht mit der Erscheinung des Monte Nuovo (19. Sept. 1538) bei Puzzuolo verwechseln, welcher den Erhebungs-kratern beigezählt wird. Naturgemäßer glaube ich schon ehemals den Ausbruch des neu entstandenen mericanischen Vulkans mit der vulkanischen Hebung des Hügels von Methone (jetzt Methana) auf der trözischen Halbinsel verglichen zu haben. Diese, von Strabo und Pausanias beschriebene Hebung hat einen der phantasie-reichsten römischen Dichter veranlaßt, Ansichten zu entwickeln, welche mit denen der neueren Geognosie auf eine merkwürdige Art übereinstimmen. „Einen Tumulus sieht man bei Trözene, schroff und baumlos; einst eine Ebene, jetzt einen Berg. Die in finstern Höhlen eingeschlossenen Dämpfe suchten vergebens eine Spalte als Ausweg. Da schwillt durch der eingewängten Dämpfe Kraft der sich deh nende Boden wie eine luftgefüllte Blase empor; er schwillt wie das Zell eines zweigehörnten Vodes. Die Erhebung ist dem Orte geblieben, und der hoch emporragende Hügel hat sich im Laufe der Zeit zu einer nackten Felsmasse erhärtet.“ So malerisch und, wie analoge Erscheinungen uns zu glauben berichtigen, zugleich auch so wahr schildert Ovidius die große Naturbegebenheit, die sich zwischen Trözene und Epidaurus, da wo Rußegger noch Trachyt-Durchbrüche gefunden, 282 Jahre vor unserer Zeitrechnung, also 45 Jahre vor der vulkanischen Trennung von Thera (Santorin) und Therasia, ereignete*).

Unter den Eruptionen-Inseln, welche den Reihenvulkanen zugehören, ist Santorin die wichtigste. „Sie vereinigt in sich die ganze Geschichte der Erhebungs-Inseln. Seit vollen 2000 Jahren, so weit Geschichte und Tradition reicht, haben die Versuche†) der Natur nicht aufgehört, in der Mitte des Erhebungs-kraters einen Vulkan zu bilden.“ Ähnliche

*) Ueber den Ausbruch von Methone Ovidius (Metamorph. XV, 296—306):

Est prope Pitheam tumulus Troezena sine ullis
Arduus arboribus, quondam planissima campi
Area, nunc tumulus: nam—res horrenda relatu—
Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis,
Exspirare aliqua cupiens, luctataque frustra
Liberiore frui coelo, cum carcere rima
Nulla foret toto nec pervia flatibus esset,
Extentam tumefecit humum; ceu spiritus oris
Tendere vesicam solet, aut direpta bicorni
Terga capro. Tumor ille loci permansit, et alti
Collis habet speciem, longoque induruit aëro.

Diese geognostisch so wichtige Schilderung einer gloden-förmigen Hebung auf dem Continent stimmt merkwürdig mit dem überein, was Aristoteles (Meteor. II. 8, 17—19) über die Hebung einer Eruptioninsel berichtet. „Das Erdbeben der Erde hört nicht eher auf, als bis jener Wind (ἀνεμος), welcher die Erschütterung verursacht, in der Erdrinde ausgebrochen ist. So ist es vor kurzem zu Heraclea im Pontus geschehen und vormalis in Thera, einer der äolischen Inseln. In dieser nämlich ist ein Theil der Erde aufgeschwollen und hat sich mit Gesteine zu einem Hügel erhoben, so lange bis der mächtig treibende Hauch (πνεῦμα) einen Ausweg fand und Funken und Asche ausstieß, welche die nahe Stadt der Lipariden bedeckte und selbst bis zu einigen Städten Italiens gelangte.“ In dieser Beschreibung ist das blasen-förmige Aufsteigen der Erdrinde (ein Stabium, in welchem viele Trachytberge bauernb verbleiben) von dem Ausbruche selbst sehr wohl unterschieden. Auch Strabo

(lib. I. p. 59 Casaub.) beschreibt das Phänomen von Methone: „bei der Stadt im Hermionischen Busen geschah ein stammender Ausbruch; ein Feuerberg ward emporgehoben, sieben (?) Stadien hoch, am Tage unzugänglich vor Hitze und Schwefelgeruch, aber des Nachts mohlriechend (?), und so erhehnd, daß das Meer siedete fünf Stadien weit, und trübe war wohl auf zwanzig Stadien, auch durch abgerissene Felsenstücke verschüttet wurde.“ Ueber die jetzige mineralogische Beschaffenheit der Halbinsel Methana s. Fiedler, Reise durch Griechenland Th. I. S. 257—263.

†) Leop. von Buch, Physik. Besch. der Canar. Inseln S. 356—358, und besonders die französische Uebersetzung dieses trefflichen Werkes, S. 402; auch in Voggenreiff's Annalen Bd. XXXVII. S. 183. Eine submarine Insel war wieder in der neuesten Zeit im Erscheinen begriffen im Krater von Santorin. Um das Jahr 1810 war diese Insel noch 15 Brassen unter der Oberfläche des Meeres, aber 1830 nur 3—4 Brassen. Sie erhebt sich steil, wie ein großer Kapsen, aus dem Meeresgrund, und die fortbauende unterirdische Thätigkeit des unterseeischen Kraters offenbar sich auch dadurch, daß, wie bei Methana zu Bromolimiti, hier in der östlichen Bucht von Neo Kramment schwefelsaure Dämpfe sich dem Meerwasser beimischen. Mit Kupfer beschlagene Schiffe legen sich in der Bucht vor Anker, damit in kurzer Zeit auf natürlichem (d. i. vulkanischem) Wege der Kupferbeschlag gereinigt und wiederum glänzend werde. (Vgl. et im Bulletin de la Société géologique de France T. III. p. 109, und Fiedler, Reise durch Griechenland Th. II. S. 469 und 584.)

insulare Hebungen, und dazu noch fast in regelmäßiger Wiederkehr von 80 oder 90 Jahren*) offenbaren sich bei der Insel San Miguel in der Gruppe der Azoren; doch ist der Meeresgrund hier nicht ganz an denselben Punkten gehoben worden. Die von Capitän Tillard benannte Insel Sabrina ist leider zu einer Zeit erschienen (30. Januar 1811), wo der politische Zustand der seefahrenden Völker im Westen von Europa wissenschaftlichen Instituten nicht erlaubt hat, diesem großen Ereigniß die Aufmerksamkeit zu schenken, welche später, in dem Meere von Sicilien (2. Juli 1831), der neuen und bald wieder zertrümmerten Feuerinsel Ferdinandea, zwischen der Kalkstein-Küste von Sciacca und der rein vulkanischen Pantellaria, zu Theil wurde†).

Die geographische Vertheilung der Vulkane, welche in historischen Zeiten thätig geblieben sind, hat bei der großen Zahl von Insel- und Küsten-Vulkanen, wie bei den noch immer sich von Zeit zu Zeit, wenn auch nur ephemer, darbietenden Ausbrüchen im Meeresgrunde, früh den Glauben erzeugt, als stehe die vulkanische Thätigkeit in Verbindung mit der Nähe des Meeres, als könne sie ohne dieselbe nicht fortdauern. „Viele Jahrhunderte schon,“ sagt Justinus‡), oder vielmehr Trogus Pompejus, dem er nachschreibt, „brennen der Aetna und die äolischen Inseln; und wie wäre diese lange Dauer möglich, wenn nicht das nahe Meer dem Feuer Nahrung gäbe?“ Um die Nothwendigkeit der Meeresnähe zu erklären, hat man selbst in den neueren Zeiten die Hypothese des Eindringens des Meerwassers in den Heerd der Vulkane, d. h. in tiefliegende Erdschichten, aufgestellt. Wenn ich alles zusammenfasse, was ich der eignen Anschauung oder fleißig gesammelten Thatfachen entnehmen kann, so scheint mir in dieser verwickelten Untersuchung alles auf den Fragen zu beruhen: ob die unlängbar große Masse von Wasserdämpfen, welche die Vulkane, selbst im Zustande der Ruhe, aushauchen, dem mit Salzen geschwängerten Meerwasser oder nicht vielmehr den sogenannten süßen Meteorwasser ihren Ursprung verdanken; ob bei verschiedener Tiefe des vulkanischen Herdes (z. B. bei einer Tiefe von 88000 Fuß, wo die Expansivkraft des Wasserdampfes an 2800 Atmosphären beträgt) die Expansivkraft der erzeugten Dämpfe dem hydrostatischen Drucke des Meeres das Gleichgewicht halten und den freien Zutritt des Meeres zu dem Herde unter ge-

*) Erscheinungen der neuen Insel bei der azorischen Insel San Miguel: II. Jun. 1638, 31. Dec. 1719, 13. Jun. 1811.

†) *Prévoist* im Bulletin de la Société géologique T. II. p. 34; *Friedrich Hoffmann*, hinterlassene Werke Bd. II. S. 451—456.

‡) „*Aecedunt vicini et perpetui Aetnae montis ignes et insularum Aeolium, veluti ipsius undis alatur incendium; neque enim aliter durare tot seculis tantus ignis potuisset, nisi humoris nutrimentis aleretur.*“ (Justin. Hist. Philipp. IV, 1.) Die vulkanische Theorie, mit welcher hier die physische Beschreibung von Sicilien anhebt, ist sehr verwickelt. Tiefe Lager von Schwefel und Sarg; ein sehr dünner, höhlenreicher, leicht zerspalterter Boden; starke Bewegung der Meereswogen, welche, indem sie zusammenschlagen, die Luft (den Wind) mit hinabziehen, um das Feuer anzuschüren: sind die Elemente der Theorie des Trogus. Da er (Plin. XI, 52) als Physognomiker auch die Gesichtszüge des Menschen deutete, so darf man vermuten, daß er in seinen vielen für die verlorenen Schriften nicht bloß als Historiker auftrat. Die Ansicht, nach welcher Luft in das Innere der Erde hinabgebrängt wird, um dort auf die vulkanische Esse zu wirken, hing übrigens bei den Alten mit Betrachtungen über den Einfluß der verschiedenen Windesrichtung auf die Intensität des Feuers, das im Aetna, in Hiera und Stromboli lobert, zusammen (s. die merkwürdige Stelle des Strabo lib. 6 p. 275 und 276). Die Berginsel Stromboli (Strongyle) galt deshalb für den Sitz des Aeolus, „des Verwalters der Winde,“ da die Schiffe nach der Festigkeit der vulkanischen Ausbrüche von Stromboli

das Wetter vorherverkündigten. Ein solcher Zusammenhang der Ausbrüche eines kleinen Vulkans mit dem Barometerstande und der Windrichtung (Vop. von Buch, Deser. phys. des Iles Canaries p. 334; Hoffmann in Voggel. Ann. Bd. XXVI. S. 8) wird noch jezt allgemein anerkannt, so wenig auch, nach unsrer jetzigen Kenntniß der vulkanischen Erscheinungen, und den so geringen Veränderungen des Luft-Druckes, die unsere Winde begleiten, eine genügende Erklärung gegeben werden kann. — Dembo, als Jüngling in Sicilien von geblühten Griechen erzogen, erzählt anmuthig seine Wanderungen und stellt im Aetna Dialogus (in der Mitte des 16ten Jahrhunderts) die Theorie von dem Eindringen des Meerwassers in den Heerd der Vulkane und von der nothwendigen Meeresnähe der letzteren auf. Es wird bei Beiseigung des Aetna folgende Frage aufgeworfen: *explana potius nobis quae petimus, ea incendia unde orientur et orta quomodo perdurent?* In omni tellure nusquam majores fistulae aut meatus ampliores sunt quam in locis, quae vel mari vicina sunt, vel a mari protinus alluuntur: mare erodit illa facillime pergitque in viscera terrae. Itaque cum in aliena regna sibi viam faciat, ventis etiam facit; ex quo fit, ut loca quoque maritima maxime terrae motibus subjecta sint, parum mediterranea. Habes quum in sulfuris venas venti furentis incidierint, unde incendia orientur Aetnae tuae. Vides, quae mare in radicibus habeat, quae sulfurea sit, quae cavernosa, quae a mari aliquando perforata ventos admisserit aestuantes, per quos idonea flammæ materies incenderetur.

wissen Bedingungen*) gestatten könne; ob die vielen metallischen Chlorüren, ja die Entstehung des Kochsalzes in den Kraterspalten, ob die oftmalige Beimischung von Hydrochlorsäure in den Wasserdämpfen nothwendig auf jenen Zutritt des Meerwassers schließen lassen; ob die Ruhe der Vulkane (die temporäre, oder die endliche und völlige Ruhe) von der Verstopfung der Canäle abhänge, welche vorher die Meer- oder Meteorwasser zuführten, oder ob nicht vielmehr der Mangel von Flammen und von ausgehauchten Hydrogen (das geschwefelte Wasserstoffgas ist mehr den Solfataren als den thätigen Vulkanen eigen) mit der Annahme großer Massen zersehten Wassers in offenbarem Widerspruch stehe?

Die Erörterung so wichtiger physikalischer Fragen gehört nicht in den Entwurf eines Naturgemäldes. Wir verweilen hier bei der Angabe der Erscheinungen, bei dem Thatsächlichen in der geographischen Vertheilung der noch entzündeten Vulkane. Dieser lehrt, daß in der neuen Welt drei derselben, der Jorullo, der Popocatepetl und der Volcan de la Fragua, 20, 33 und 39 geographische Meilen von der Meeresküste entfernt sind; ja daß in Central-Asien, worauf Abel-Rémusat†) die Geognosten zuerst aufmerksam gemacht hat, eine große vulkanische Gebirgskette, der Thianschan (Himmelsgebirge), mit dem lavaspeien- den Pe-schan, der Solfatare von Urumtsi und dem noch brennenden Feuerberge (Ho-tschou) von Tursan, fast in gleicher Entfernung (370—382 Meilen) von dem Littoral des Eis-meeres und dem des indischen Oceans liege. Der Abstand des Pe-schan vom caspischen Meere ist auch noch volle 340 Meilen; von den großen Seen Issikul und Balkasch ist er 43 und 52 Meilen‡). Merkwürdig scheint dabei, daß sich von den vier großen parallelen Gebirgsketten, dem Altai, dem Thian-schan, dem Kuen-lün und dem Himalaya, welche den asiatischen Continent von Osten nach Westen durchstreichen, nicht die einem Ocean nähere Gebirgskette (der Himalaya), sondern die zwei inneren (der Thian-schan und Kuen-lün), in 400 und 180 Meilen Entfernung vom Meere, feuerspeien- den, wie der Aetna und Vesuv, Ammoniak erzeugend, wie die Vulkane von Guatemala, gezeigt haben. Die chinesischen Schriftsteller beschreiben auf das unverkennbarste in den Rauch- und Flammenausbrüchen des Pe-schan, die im ersten und siebenten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung die Umgegend verheerten, 10 Et lange Lavaströme. „Brennende Steinmassen,“ sagen sie, „flossen dünn wie geschmolzenes Fett.“ Die hier zusammengedrängten, bisher nicht genug beachteten Thatsachen machen es wahrscheinlich, daß Meeresnähe und das Eindringen von Meerwasser in den Heerd der Vulkane nicht unbedingt nothwendig zum Ausbrechen des unterirdischen Feuers sei; und daß das Littoral dieses Ausbrechen wohl nur deshalb befördere, weil es den Rand des tiefen Meerbedens bildet, welches, von Wasserschichten bedeckt, einen geringeren Widerstand leistet und viele tausend Fuß tiefer liegt, als das innere und höhere Festland.

Die jetzt thätigen, durch permanente Krater gleichzeitig mit dem Inneren des Erdkörpers und mit dem Luftkreise communicirenden Vulkane haben sich zu einer so späten Epoche eröffnet, daß damals die obersten Kreideschichten und alle Tertiärgebilde schon vorhanden waren. Dies bezeugen die Trachyt-Eruptionen, auch die Basalte, welche oft die Wände der Erhebungs-krater bilden. Melaphyre reichen bis in die mittleren Tertiärschichten, fangen aber schon an, sich zu zeigen unter der Jura-Formation, indem sie den bunten Sandstein durchbrechen||). Mit den jetzt durch Krater thätigen Vulkanen sind die früheren Ergießun-

*) Berol. Gay-Lussac, sur les Volcans, in den Annales de Chimie T. XXII. p. 427; und Bischof, Wärmelehre S. 272. Auf Rückwirkungen des vulkanischen Herdes durch die spannenden Wassersäulen, wenn nämlich die Expansivkraft der Dämpfe den hydrostatischen Druck überwindet, lassen uns die Ausbrüche von Rauch und Wasserdämpfen schließen, die man zu verschiedenen Zeiten um Lancerote, Island und die furilischen Inseln während der Eruption benachbarter Vulkane gesehen hat.

†) Abel-Rémusat, Lettre à Mr. Cordier in den Annales des Mines T. V. p. 137.

‡) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 30—33, 38—52, 70—80 und 426—428. Das Tasein thätiger Vulkane in Kordofan, in 125 Meilen Entfernung vom rothen Meere, ist von Ruppell (Reisen in Nubien 1829 S. 151) neuerdings geläugnet worden.

||) Dufrenoy et Elie de Beaumont, Explication de la Carte géologique de la France T. I. p. 89.

gen von Granit, Quarz-Porphyr und Euphotide auf offenen, sich bald wieder schließenden Spalten (Gängen) im alten Uebergangsgebirge nicht zu verwechseln.

Das Erlöschen der vulkanischen Thätigkeit ist entweder ein nur partielles, so daß in derselben Gebirgskette das unterirdische Feuer einen anderen Ausweg sucht; oder ein totales, wie in der Auvergne; spätere Beispiele liefern, in ganz historischer Zeit, der Vulkan Mofychlos*) auf der dem Hephästos geweihten Insel, dessen „emporwirbelnde Flammengluth“ noch Sophokles kannte, und der Vulkan von Medina, welcher nach Burthardt noch am 2. Nov. 1276 einen Lavaström ausstieß. Jedes Stadium der vulkanischen Thätigkeit, von ihrer ersten Regung bis zu ihrem Erlöschen, ist durch eigene Producte charakterisirt: zuerst durch feurige Schlacken, durch Trachyt-, Pyroxen- und Obsidian-Laven in Strömen, durch Napillt und Tuffasche unter Entwicklung vieler, meist reiner Wasserdämpfe; später, als Solfatare, durch Wasserdämpfe gemischt mit Schwefelwasserstoffgas und mit Kohlenensäure; endlich bei völligem Erkalten durch kohlen saure Exhalationen allein. Ob die wunderbare Classe von Feuerbergen, die keine Lava, sondern nur furchtbar verheerende heiße Wasserströme†), angeschwängert mit brennendem Schwefel und zu Pulver zerfallenen Gestein, ausstoßen (z. B. der Gelungung auf Java), einen Normalzustand oder nur eine gewisse vorübergehende Modification des vulkanischen Processes offenbaren; bleibt so lange unentschieden, als sie nicht von Geognosten besucht werden, welche zugleich mit den Kenntnissen der neueren Chemie ausgerüstet sind.

Dies ist die allgemeinste Schilderung der Vulkane, eines so wichtigen Theils des Erdenlebens, welche ich hier zu entwerfen versucht habe. Sie gründet sich theilweise auf meine eigenen Beobachtungen, in der Allgemeinheit ihrer Umrisse aber auf die Arbeiten meines vieljährigen Freundes, Leopolds von Buch, des größten Geognosten unseres Zeitalters, welcher zuerst den inneren Zusammenhang der vulkanischen Erscheinungen und ihre gegenseitige Abhängigkeit von einander nach ihren Wirkungen und räumlichen Verhältnissen erkannt hat.

Die Vulkanicität, d. h. die Reaction des Inneren eines Planeten auf seine äußere Rinde und Oberfläche, ist lange Zeit nur als ein isolirtes Phänomen, in der zerstörenden Wirkung ihrer finstern unterirdischen Gewalten betrachtet worden; erst in der neuesten Zeit hat man angefangen, zum größten Vortheil einer auf physikalische Analogien gegründeten Geognosie, die vulkanischen Kräfte als neue Gebirgsarten bildend oder als ältere Gebirgsarten umwandelnd zu betrachten. Hier ist der schon früher angedeutete Punkt, wo eine tiefer ergründete Lehre von der Thätigkeit brennender oder Dämpfe ausströmender Vulkane uns in dem allgemeinen Naturgemälde auf Doppelwegen, einmal zu dem mineralogischen Theile der Geognosie (Lehre vom Gewebe und von der Folge der Erdschichten), dann zu der Gestaltung der über dem Meerespiegel gehobenen Continente und Inselgruppen (Lehre von der geographischen Form und den Umrissen der Erdtheile) leitet. Die erweiterte Einsicht in solche Verkettenung von Erscheinungen ist eine Folge der philosophischen Richtung, welche die ersten Studien der Geognosie so allgemein genommen haben. Größere Ausbildung der Wissen-

*) Sophocl. Philoct. v. 971 und 972. Ueber die mutmaßliche Epoche des Verlöschens des Lemnischen Feuers zur Zeit Alexanders vergl. Buttmann im Museum der Alterthumswissenschaft Ab. I. 1807 S. 295; Dureau de la Malle in Maltebrun, Annales des Voyages T. IX. 1809 p. 5; Ufert in Vertuch, Geogr. Ephemeriden Bd. XXXIX. 1812 S. 361; Robbe, Res Lemnicae 1829 p. 8 und Walter über Abnahme der vulkan. Thätigkeit in historischen Zeiten 1844 S. 24. Die von Choiseul veranstaltete hydrographische Aufnahme von Lemnos macht es sehr wahrscheinlich, daß die oben genannte Grundfeste des Mofychlos sammt der Insel Ephyse, Philokter's wüstem

Aufenthalt (Otfried Müller, Minyer S. 300) längst vom Meere verschlungen sind. Felsenriffe und Klippen in Nordosten von Lemnos bezeichnen noch die Stelle, wo das ägäische Meer einst einen dauernd thätigen Vulkan besaß, gleich dem Aetna, dem Vesuv, dem Stromboli und dem Volcano der Liparen.

†) Vergl. Reinwardt und Hoffmann in Voggenreiff's Annalen Bd. XII. S. 607; Leoy. von Buch, Desor. des Iles Canaries p. 424, 426. Die letzten Schlamm- und Ascheausbrüche des Carguairago, als der Vulkan 1698 zusammenstürzte, die Lodazalos von Igualata und die Moya von Pelileo sind ähnliche vulkanische Erscheinungen im Hochlande von Quito.

schaften leitet, wie die politische Ausbildung des Menschengeschlechts, zur Einigung dessen, was lange getrennt blieb.

Wenn wir die Gebirgsarten nicht nach Unterschieden der Gestalt und Reihung in geschichtete und ungeschichtete, schiefrige und massige, normale und abnorme eintheilen, sondern den Erscheinungen der Bildung und Umwandlung nachspüren, welche noch jetzt unter unseren Augen vorgehen, so finden wir einen vierfachen Entstehungs-Proceß der Gebirgsarten: 1) Eruption=Gestein aus dem Innern der Erde, vulkanisch geschmolzen, oder in weichem, mehr oder minder zähem Zustande plutonisch ausgebrochen; 2) Sediment=Gestein, aus einer Flüssigkeit, in der die kleinsten Theile aufgelöst waren oder schwelkten, an der Oberfläche der Erdrinde niedergeschlagen und abgesetzt (der größere Theil der Flöz- und Tertiärgruppe); 3) umgewandeltes (metamorphosirtes) Gestein, verändert in seinem inneren Gewebe und seiner Schichtenlage entweder durch Contact und Nähe eines plutonischen oder vulkanischen (endogenen*) Ausbruch=Gesteins, oder, was wohl häufiger der Fall ist, verändert durch dampfartige Sublimation von Stoffen†), welche das heiß-flüssige Hervortreten gewisser Eruptions=Massen begleitet; 4) Conglomerate, grob- oder feinförnige Sandsteine, Trümmergesteine, aus mechanisch zertheilten Massen der drei vorigen Gattungen zusammengesetzt.

Die vierfachen Gestein-Bildungen, welche noch gegenwärtig fortschreiten, durch Erguß vulkanischer Massen als schmale Lavaströme, durch Einwirkung dieser Massen auf früher erhärtete Gesteine, durch mechanische Abscheidung oder chemische Niederschläge aus den mit Kohlensäure geschwängerten trockbaren Flüssigkeiten, sowie durch Verkittung zertrümmerter, oft ganz ungleichartiger Felsarten; sind Erscheinungen und Bildungsprocesse, die gleichsam nur als ein schwacher Abglanz von dem zu betrachten sein möchten, was bei intensiverer Thätigkeit des Erdenlebens in dem chaotischen Zustande der Urwelt, unter ganz andern Bedingungen des Druckes und einer erhöhten Temperatur, sowohl der ganzen Erdrinde, als des mit Dämpfen überfüllten und weit ausgekehrten Luftfreies, geschehen ist. Wenn jetzt, wo in der festeren Erdrinde vormals offene, mächtige Spalten durch gehobene, gleichsam herausgeschobene Gebirgsketten oder durch gangartig sich eindringende Eruptionsgesteine (Granit, Porphyr, Basalt, Melaphyr) mannigfach erfüllt und verstopft sind, auf Flächenräumen so groß als Europa kaum vier Oeffnungen (Vulkane) übrig geblieben sind, durch welche Feuer- und Gestein=Ausbrüche geschehen; so waren vormals in der vielgespaltenen, dünneren, auf- und abwärts wogenden Erdrinde fast überall Communicationswege zwischen dem geschmolzenen Innern und der Atmosphäre vorhanden. Gasartige Ausströmungen, aus sehr ungleichen Tiefen emporsteigend und deshalb chemisch verschiedene

*) In einem Profil der Umgegend von Tezcuco, Tonitico und Moran (Atlas géographique et physique Pl. VII), das ich ursprünglich (1803) zu einer nicht erschienenen Pasigraphia geognostica destinada al uso de los Jóvenes del Colegio de Minería de México bestimmte, habe ich 1832 das plutonische und vulkanische Eruptionsgestein endogen (ein im Innern erzeugtes), das Sediment- und Flözgestein exogen (ein von außen an der Oberfläche der Erde erzeugtes) genannt. Pasigraphisch wurde das erstere durch einen aufwärts A, das zweite durch einen abwärts V gerichteten Pfeil bezeichnet. Diese Bezeichnung gewährt wenigstens den Vortheil, daß die Profile, welche meist horizontal über einander gelagerte Sediment-Formationen darstellen, nicht, wie jetzt nur zu oft geschieht, wenn man Ausbrüche und Durchbringung von Basalt-, Porphyr- oder Syenit-Massen andeuten will, durch von unten aufsteigende, sehr willkürlich geformte Bogen unmalersisch verunstaltet werden. Die Benennungen, welche ich in dem pasigraphisch-geognostischen Profile vorgeschlagen, waren den Decandollischen (endogen für monocoth-

lische, exogen für dicotylische Pflanzen) nachgebildet; aber Mohl's genauere Pflanzenzergliederung hat erwiesen, daß das Wachsen der Monocotylen von innen und der Dicotylen von außen für den vegetabilischen Organismus im strengen und allgemeinen Sinne des Wortes nicht Statt finde (Linf, Elementa philosophiae botanicae T. I. 1837 p. 287; Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik 1843 S. 89, und Jusseu, Traité de Botanique T. I. p. 85). Was ich endogen nenne, bezeichnet Eyll in seinen Principles of Geology 1833 Vol. III. p. 374 charakteristisch durch den Ausdruck „netherformed“ oder „hypogene rocks.“

†) Bergl. Leop. von Buch über Dolomit als Gebirgsart 1823 S. 36, und denselben über den Grad der Flüssigkeit, welchen man plutonischen Felsarten bei ihrem Herausstreiten zuschreiben soll, wie über Entleerung des Gneus aus Schiefern durch Einwirkung des Granits und der mit seiner Erhebung verbundenen Stoffe, sowohl in der Abhandl. der Akad. der Wissenschaften, zu Berlin aus dem Jahre 1842 S. 58 und 63, als in den Jahrb. für wissenschaftliche Kritik 1840 S. 195.

Stoffe führend, belebten die plutonischen Bildungs- und Umwandlungs-Processe. Auch die Sediment-Formationen, Niederschläge aus tropfbaren Flüssigkeiten, die wir als *Travertino*=Schichten bei Rom wie bei Hobart-Town in Australien aus kalten und warmen Quell- und Flußwassern sich täglich bilden sehen, geben nur ein schwaches Bild von dem Entstehen der Flöz-Formationen. Unsere Meere, durch Processe, die noch nicht allgemein und genau genug untersucht worden sind, bauen allmählig durch Niederschlag, durch Anschwemmung und Verfüllung (sicilische Küsten, Insel Ascension, König Georgs-Zund in Australien) kleine Kalksteinbänke auf, deren Härte freilich an einzelnen Punkten fast der des Marmors von Carrara gleichkommt*). An den Küsten der antillischen Inseln enthalten diese Bildungen des jetzigen Oceans Töpfe, Werkzeuge des menschlichen Kunstfleißes, ja (auf Guadeloupe) selbst menschliche Skelette vom Cariben-Stamme. Die Neger der französischen Colonien bezeichnen diese Formation mit dem Ausdruck Gottesmauerwerk: *maçonne-bon-Dieu* †). Eine kleine Dolithen-(Mogenstein=)Schicht, welche trotz ihrer Neuheit an Jurakalkstein erinnert, ist auf der canarischen Insel Lancerote für ein Erzeugniß des Meeres und der Seestürme erkannt worden ‡).

Die zusammengesetzten Gebirgsarten sind bestimmte Associationen gewisser oryktognostisch einfacher Fossilien (Feldspathe, Glimmer, feste Kieselsäure, Augit, Nephelin). Sehr ähnliche, aus denselben Elementen bestehende, aber anders gruppirte Gebirgsarten werden durch vulkanische Processe unter unseren Augen wie in der Vorzeit erzeugt. Die Unabhängigkeit der Gebirgsarten von räumlichen, geographischen Verhältnissen ist so groß, daß, wie wir schon oben ||) bemerkt, nördlich und südlich vom Aequator, in den fernsten Zonen, der Geognost über ihr ganz heimisches Ansehen, über die Wiederholung der kleinsten Eigenheiten in der periodischen Reihenfolge silurischer Schichten, in der Wirkung des Contactes mit augitischen Eruptionsmassen erstaunt.

Treten wir nun der Ansicht von vier Entstehungsformen der Gebirgsarten (vier Phasen der Bildungs-Zustände) näher, in welchen sich uns die geschichteten und ungeschichteten Theile der Erdrinde zeigen, so nennen wir in dem endogenen oder Eruptionsgestein, dem sogenannten massigen und abnormen der neueren Geognosten, als unmittelbare Erzeugnisse unterirdischer Thätigkeit folgende Hauptgruppen:

Granit und Syenit von sehr verschiedenem relativen Alter, doch häufig der Granit neueren Ursprunges, den Syenit ¶) gangartig durchsetzend, dann also die treibende, hebende Kraft. „Wo der Granit inselförmig als große Masse, als sanft gewölbtes Ellipsoid auftritt, sei es am Harz, oder in Mysore, oder im unteren Peru, da ist er mit in Blöcke zersprengten Schalen bedeckt. Ein solches Felsen=Meer verdankt wahrscheinlich seinen Ursprung einer Zusammenziehung der anfänglich mit großer Ausdehnung aufsteigenden Oberfläch: des Granitgewölbes“**). Auch im nördlichen Asien ††), in der reizenden, romantischen Umgebung des Kolivan=Sees am nordwestlichen Abhange des Altai, wie am Abfall der Küstenkette von Caracas bei las Trincheras ‡‡) habe ich Abtheilung des Granits in Bänken gesehen, die wohl ähnlichen Zusammenziehungen ihren Ursprung verdanken, aber tief in das Innere einzudringen scheinen. Weiter in Süden vom See Kolivan, gegen die Grenze der chinesischen Provinz Sli hin (zwischen Buchtarminsk und dem Flusse Naryn), sind die Gestaltungen des ganz ohne Uneig aufretenden Eruptionsgesteins auffallender, als ich sie in irgend einem Erdtheile gesehen. Der Granit, an der Oberfläche immer schalig und durch tafelförmige Absonde-

*) Darwin, *Volcanic Islands* 1844 p. 49 und 154.

†) Moreau de Jonnés, *Hist. phys. des Antilles* T. I. p. 136, 138 und 543; Humboldt, *Relation historique* T. III. p. 367.

‡) Bei Teguisa; Peep. von Buch, *Canarische Inseln* S. 301.

||) Siehe oben S. 9.

¶) Bernhard Cotta, *Geognosie* 1839 S. 273.

**) Peep. von Buch über Granit und Gneiss in den *Abhandl. der Berl. Akad.* aus dem J. 1842 S. 60.

††) In dem mauerartig aufsteigenden und in parallele schmale Bänke getheilten Granit des Kolivaner Sees sind Feldspath und Albit vorherrschend, Titanit-Krystalle selten; Humboldt, *Asie centrale* T. I. p. 295; Gustav Rose, *Reise nach dem Ural* Bd. I. S. 524.

‡‡) Humboldt, *Relation historique* T. II. p. 99.

runge charakterisirt, steigt in der Steppe bald in kleinen, kaum 6 bis 8 Fuß hohen, halbkugelförmigen Hügeln, bald in basaltähnlichen Ruppen auf, die am Fuße zu zwei entgegengesetzten Seiten wie in schmale mauerförmige Ergießungen ausgehen*). In den Cataracten des Drinoco, wie am Fichtelgebirge (Seifen), in Galicien und zwischen der Südsee und der Hochebene von Mexiko (an dem Papagallo) habe ich den Granit in großen abgeplatteten Kugeln gesehen, die wie Basalt sich in concentrisch abgesetzte Stücke spalten. Im Irtysh-Thale zwischen Buchtarminsk und Ustamenogorsk bedeckt der Granit eine Meile lang den Uebergangs-Thonschiefer†), und dringt in denselben von oben in schmalen, vielgetheilten, sich auskeilenden Gängen ein. Ich habe diese Einzelheiten beispielsweise nur deshalb angeführt, um an einer weit verbreiteten Gebirgsart den individuellen Charakter der Eruptionsgesteine zu bezeichnen. So wie der Granit in Sibirien und im Departement de Finisterre (Ile de Misau) den Schiefer, so bedeckt er in den Bergen von Dions (Jermonts) den Zursalkstein, in Sachsen bei Weinböbla den Syenit und mittelst dieses Gesteins die Kreide‡). Im Zural bei Mursinsk ist der Granit drusig, und diese Drusen sind, wie bei Spalten und Drusen neuer vulkanischer Erzeugnisse, der plutonische Sitz vieler prachtvollen Krystalle, besonders von Beryllen und Topasen.

Quarz=Porphyre, den Lagerungsverhältnissen nach oft gangförmiger Natur. Die sogenannte Grundmasse ist meist ein feinkörniges Gemenge derselben Elemente, welche als größere eingewachsene Krystalle auftreten. Im granitartigen Porphyre, der sehr arm an Quarz ist, wird die feldspathartige Grundmasse fast körnig blättrig||).

Grünsteine, Diorite, körnige Gemenge von weißem Albit und schwärzlichgrüner Hornblende, zu Dioritporphyren gestaltet, wenn eine Grundmasse von dichterem Gewebe vorhanden ist, in der die Krystalle ausgeschieden liegen. Diese Grünsteine, bald rein, bald durch Diabase-Blätter, die sie einschließen (Fichtelgebirge), in Serpentin übergehend, sind bisweilen lagerartig auf den alten Schichtungsklüften des grünen Thonschiefers in diesen eingedrungen; öfters aber durchsetzen sie gangartig das Gestein, oder erscheinen als Grünstein-Kugeln, ganz den Basalt- und Porphyre-Kugeln analog¶).

Hypersthenfels, ein körniges Gemenge von Labrador und Hypersthen.

Euphotid und Serpentin, statt des Diabases bisweilen Augit- und Uralit-Krystalle enthaltend und so einem anderen häufigeren, und ich möchte sagen noch thätigeren Eruptionsgestein, dem Augitporphyre, nahe verwandt**).

Melaphyre, Augit-, Uralit- und Oligoklas-Porphyre. Zu letzteren gehört der als Kunstmaterial so berühmte ächte Verde antico.

Basalt mit Olivin und in Säuren gelatinirenden Bestandtheilen, Phonolith (Porphyrschiefer), Trachyt und Dolerit; das zweite dieser Gesteine immer, das erste nur theilweise in dünne Tafeln gespalten, was beiden auf großen Strecken das Ansehen der Schichtung giebt. In der Zusammensetzung und dem innigen Gewebe des Basalts bilden, nach Girard, Nesotyp und Nephelin einen wichtigen Theil. Der Nephelin-Gehalt des Basaltes mahnt den Geognosten an den, mit Granit verwechselten, bisweilen

*) S. die Abbildung des Niri-tau, den ich von der Südseite gezeichnet, wo Kirghisen-Zelte standen, in Rose Vb. I. S. 384. — Ueber Granitfugeln mit schälig abgeforderten Stücken s. Humboldt, Rel. hist. T. II. p. 597 und Essai géogn. sur le Gisement des Roches p. 78.

†) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 299—311, und die Zeichnungen in Rose's Reise Vb. I. S. 611, in welchen man die von Leveb von Buch als charakteristisch bezeichnete Krümmung der Granitfalten wiederfindet.

‡) Diese merkwürdige Auslagerung wurde zuerst be-

schrieben von Weiss in Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen Vb. XVI. 1827 S. 5.

§) Dufrenoy et Elie de Beaumont, Géologie de la France T. I. p. 130.

¶) Eine wichtige Rolle spielen diese eingelagerten Diorite bei Steben in dem Nilaer Bergrevier, in einer Gegend, an welche, so lange ich dort im vorigen Jahrhundert mit der Vorrichtung des Grubenbaues beschäftigt war, die frohesten Erinnerungen meines Jugendalters geknüpft sind. Vergl. Friedr. Hoffmann in Woggenhorff's Annalen Vb. XVI. S. 558.

**) Im süblichen und Baschkiren-Ural; Rose, Reise Vb. II. S. 171.

zirkonhaltigen Miascit des Uralgebirges im Ural*), wie an den von Gumprecht aufgefundenen Pyroxen-Nephelin bei Löbau und Chemnitz.

Zu der zweiten Classe der Entstehungsformen, dem Sedimentgestein, gehört der größere Theil der Formationen, welche man unter den alten, systematischen, aber nicht gar correcten Benennungen von Uebergangs-, Flöz- oder Secundär- und Tertiär-Formationen begreift. Wenn das Eruptionsgestein nicht seinen Heben- und Senken, und bei gleichzeitigem Erbeben der Erde seinen erschütternden Einfluß auf diese Sedimentbildungen ausgeübt hätte, so würde die Oberfläche unsres Planeten aus gleichförmig horizontal über einander gelagerten Schichten bestehen. Von allen Gebirgszügen entblößt, an deren Abhang im Pflanzenwuchse und in den Abstufungen der Arten sich die Scale vermindelter Luftwärme malerisch abspiegelt, nur hier und da durch Erosionsthäler gesurcht, oder durch kleine Anhäufungen von Schuttländ, als Wirkung der schwach bewegten süßen Wasser, zu sanften Wellen geunebnet; würden die Continente von Pol zu Pol, unter allen Himmelsstrichen, das traurig einförmige Bild der südamerikanischen Llanos oder der nordasiatischen Steppen darbieten. Wie in dem größeren Theile von diesen, würden wir das Himmelsgewölbe auf der Ebene ruhen, und die Gestirne aufsteigen sehen, als erhöhen sie sich aus dem Schooße des Meeres. Ein solcher Zustand der Dinge kann aber auch in der Vorwelt wohl nie von beträchtlicher Dauer und von räumlicher Allgemeinheit gewesen sein, da die unterirdischen Mächte ihn in allen Naturepochen zu verändern strebten.

Sedimentschichten sind niedergeschlagen oder abgesetzt aus tropfbaren Flüssigkeiten, je nachdem die Stoffe der Bildung, sei es des Kalksteins, sei es des Thonschiefers, entweder als chemisch aufgelöst oder als schwebend und beigemengt gedacht werden. Auch wenn Erdbarten aus kohlensäureten Flüssigkeiten sich niederschlagen, ist doch, während der Präcipitation, ihr Niedersinken und ihre Anhäufung in Schichten als ein mechanischer Hergang der Bildung zu betrachten. Diese Ansicht ist von einiger Wichtigkeit bei der Umhüllung organischer Körper in versteinерungsführenden Kalkflözen. Die ältesten Sedimente der Transitions- und Secundär-Formationen haben sich wahrscheinlich aus mehr oder minder heißen Wässern gebildet, zu einer Zeit, wo die Wärme der oberen Erdrinde noch sehr beträchtlich war. In dieser Hinsicht hat gewissermaßen auch bei den Sedimentschichten, besonders bei den ältesten, eine plutonische Einwirkung statt gefunden; aber diese Schichten scheinen schlammartig in schieferiger Structur und unter großem Drucke erhärtet, nicht, wie das dem Inneren entstiegene Gestein (Granit, Porphyr oder Basalt), durch Abkühlung erstarrt zu sein. Als die allmählig minder heißen Urwasser aus der mit Dämpfen und kohlensaurem Gas überschwängerten Atmosphäre das letztere Gas in reichlichem Maße sich aneignen konnten, wurde die Flüssigkeit geeignet eine größere Masse von Kalkerde aufgelöst zu enthalten.

Die Sedimentschichten, von denen wir hier alle anderen erogenen, rein mechanischen Niederschläge von Sand- oder Trümmergestein trennen, sind:

Schiefer des unteren und oberen Uebergangsgebirges, aus den silurischen und devonischen Formationen zusammengesetzt: von den unteren silurischen Schichten an, die man einst cambrisch nannte, bis zu der obersten, an den Bergkalk grenzenden Schicht des alten rothen Sandsteins oder der devonischen Gebilde;

Steinkohlenablagerungen;

Kalksteine, den Uebergangsformationen und dem Kohlengebirge eingeschichtet; Zechstein, Muschelkalk, Juraformation und Kreide, auch der nicht als Sandstein und Agglomerat auftretende Theil der Tertiärgebilde;

Travertino, Süßwasser-Kalkstein, Kieselgubren heißer Quellen, Bildungen, nicht

*) G. Rose, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 47—| letzterem ist der Kalkgehalt etwas größer) s. Scherer 52. Ueber Identität des Glaukites und Nephelins (in in Poggend. Annalen Bd. XLIX. S. 359—381.

unter dem Druck großer pelagischer Wasserbedeckungen, sondern fast an der Luft in un-
tiefen Sümpfen und Bächen erzeugt;

Insuorienlager, eine geognostische Erscheinung, deren große Bedeutung, den
Einfluß der organischen Thätigkeit auf die Bildung der Erdkruste bezeichnend, erst in der
ganz neuesten Zeit von meinem geistreichen Freunde und Reisegefährten Ehrenberg
entdeckt worden ist.

Wenn wir in dieser kurzen, aber übersichtlichen Betrachtung der mineralischen Bestand-
theile der Erdrinde auf das einfache Sedimentgestein nicht unmittelbar die, theilweise eben-
falls sedimentartig aus tropfbaren Flüssigkeiten abgesetzten und im Flöz- und Uebergangs-
gebirge sowohl dem Schiefer als dem Kalkstein mannigfaltig eingelagerten Agglomerate
und Sandstein-Bildungen folgen lassen; so geschieht es nur, weil diese, neben
den Trümmern des Eruptions- und Sedimentgesteins, auch Trümmer von Gneiß, Glim-
merschiefer und anderen metamorphischen Massen enthalten. Der dunkle Proceß
und die Wirkung dieser Umwandlung (Metamorphose) müssen demnach schon die
dritte Classe der Entstehungsformen bilden.

Das endogene oder Eruptionsgestein, (Granit, Porphyr und Melaphyr) wirkt, wie
mehrmals bemerkt worden ist, nicht bloß dynamisch, erschütternd oder hebend, die Schichten
aufrichtend und seitwärts schiebend; sein Hervortreten bewirkt auch Veränderung in der
chemischen Zusammensetzung der Stoffe wie in der Natur des inneren Gewebes. Es ent-
stehen neue Gebirgsarten, Gneiß und Glimmerschiefer, und körniger Kalkstein (Marmor
von Carrara und Paros). Die alten silurischen oder devonischen Transitionschiefer, der
Belemniten-Kalkstein der Tarantaise, der seetanghaltige graue unscheinbare *Maigno*
(Kreidesandstein) der nördlichen Apenninen sind, nach ihrer Umwandlung, in einem neuen,
oft glänzenden Gewande schwer zu erkennen. Der Glaube an die Metamorphose hat sich
erst befestigen können, seitdem es geglückt ist, den einzelnen Phasen der Veränderung Schritt-
weise zu folgen, und durch directe chemische Versuche, bei Verschiedenheit des Schmelzgrades,
des Druckes und der Zeit des Erkaltes, den Inductionsschlüssen zu Hülfe zu kommen.
Wo nach leitenden Ideen *) das Studium chemischer Verbindungen erweitert wird, kann
auch aus den engen Räumen unsrer Laboratorien sich ein helles Licht über das weite Feld
der Geognosie, über die große unterirdische, Gestein bildende und Gestein umwandelnde
Werksstätte der Natur verbreiten. Der philosophische Forscher entgeht der Täuschung schein-
barer Analogien, einer kleinlichen Ansicht der Naturprocesse, wenn er ununterbrochen die
Complication der Bedingungen im Auge hat, welche mit ihrer Intensifiren, ungemessenen
Kraft in der Urwelt die gegenseitige Wirkung einzelner uns wohlbekannten Stoffe modi-
ficiren konnten. Die unzersehten Körper haben gewiß zu allen Zeiten denselben Anzie-
hungskräften gehorcht; und da, wo jetzt Widersprüche sich finden, wird (es ist meine innigste
Ueberzeugung) die Chemie meist selbst den nicht in gleichem Maasse erfüllten Bedingungen
auf die Spur kommen, welche jene Widersprüche erzeugten.

Genaue, große Gebirgsstrecken umfassende Beobachtungen erweisen, daß das Eruptions-
gestein nicht als eine wilde, gesetzlos wirkende Macht auftritt. In den entferntesten Welt-
gegenden sieht man oft Granit, Basalt oder das Dioritgestein bis in die einzelnsten Kraft-
äußerungen gleichmäßig auf die Schichten des Tonschiefers und des dichten Kalkes, auf die
Quarzförner des Sandsteins ihre umwandelnde Wirkung ausüben. Wie dieselbe endogene
Gebirgsart fast überall dieselbe Art der Thätigkeit übt, so zeigen dagegen verschiedene Ge-
birgsarten, derselben Classe der endogenen oder Eruptionsgebilde zugehörig, einen sehr
verschiedenen Charakter. Intensive Wärme hat allerdings in allen diesen Erscheinungen

*) S. die vortrefflichen Arbeiten von Mitscherlich | XLI. S. 213—216 (Gustav Rose über Bildung des
in den Abhandlungen der Berl. Akad. aus den Jahren | Kalkspaths und Aragonits in Poggend. Ann. XLII.
1822 und 1823 S. 25—41, in Poggendorff's Annalen | S. 363—366; Haidinger in den Transactions of
26. X. S. 137—152, Bd. XI. S. 323—332, Bd. | the Royal Society of Edinburgh 1827, p. 148).

gewirkt; aber die Grade der Flüssigkeit (vollkommenerer Verschlebarkeit der Theile oder zäheren Zusammenhanges) sind im Granit und im Basalt sehr ungleich gewesen: ja in verschiedenen geologischen Epochen (Phasen der Umwandlungen der Erdrinde) sind auch gleichzeitig mit dem Ausbrüche von Granit, Basalt, Grünsteinporphyr oder Serpentin andere und andere im Dampf aufgelöste Stoffe aus dem eröffneten Innern aufgestiegen. Es ist hier der Ort, von neuem daran zu erinnern, daß nach den sinnigen Ansichten der neueren Geognoste die Metamorphose des Gesteins sich nicht auf ein bloßes Contact-Phänomen, auf eine Wirkung der Apposition zweier Gebirgsarten beschränkt, sondern daß sie genetisch alles umfaßt, was das Hervortreten einer bestimmten Eruptionsmasse begleitet hat. Da, wo nicht unmittelbare Berührung statt findet, bringt schon die Nähe einer solchen Masse Modificationen der Erhärtung, der Verrieselung, des Krönigwerdens, der Krystallbildung hervor.

Alles Eruptionsgestein dringt zu Gängen verästelt in die Sedimentschichten oder in andere, ebenfalls endogene Massen ein; aber der Unterschied, der sich zwischen plutonischen*) Gebirgsarten (Granit, Porphyr, Serpentin) und den im engeren Sinne vulkanisch genannten (Trachyt, Basalt, Lava) offenbart, ist von besonderer Wichtigkeit. Die Gebirgsarten, welche die dem Erdkörper übrig gebliebene Thätigkeit unsrer jetzigen Vulkane erzeugt, erscheinen in bandartigen Strömen, die da, wo mehrere in Becken zusammenfließen, allerdings ein weit ausgebreitetes Lager bilden können. Basaltausbrüche, wo ihnen tief nachgespürt worden ist, hat man mehrmals in schmale Zapfen endigen sehen. Aus engen Oeffnungen emporgequollen, wie (um nur drei vaterländische Beispiele anzuführen) in der Pflasterkaute bei Marktsuhl (2 Meilen von Eisenach), in der blauen Kuppe bei Eschwege (Werra-Ufer), und am Druidenstein auf dem Hollerter Zuge (Siegen), durchbricht der Basalt bunten Sandstein und Grauwackenschiefer, und breitet sich nach oben zu wie der Hut eines Pilzes in Kuppen aus, die bald gruppenweise in Säulen gespalten, bald dünn geschichtet sind. Nicht so Granit, Syenit, Quarzporphyr, Serpentinfels, und die ganze Reihe ungeschichteter massiger Gebirgsarten, welchen man aus Verliebe zu einer mythologischen Nomenclatur den Namen der plutonischen gegeben hat. Diese sind, einige Gesteinsgänge abgerechnet, wohl nicht geschmolzen, sondern nur zäh und erweicht hervorgetreten; nicht aus engen Klüften, sondern aus weiten thalartigen Spalten, aus langgedehnten Schlünden ausgebrochen. Sie sind hervorgeschoben, nicht entfloßen; sie zeigen sich nicht in Strömen, lavaartig, sondern als mächtige Massen verbreitet †). In dem Dolerit und Trachytgestein deuten einige Gruppen auf einen Grad basaltartiger Fluidität; andere, zu mächtigen Blocken und kraterlosen Domen aufgetrieben, scheinen bei ihrem Hervortreten nur erweicht gewesen zu sein. Noch andere Trachyte, wie die der Andeskette, welche ich oft auffallend den silberreichen, und dann quarzlosen Grünstein- und Syenitporphyren verwandt gefunden habe, sind gelagert wie Granit und Quarzporphyr.

Versuche ‡) über die Veränderungen, welche das Gewebe und die chemische Beschaffenheit der Gebirgsarten durch Feuer erleiden, haben gelehrt, daß die vulkanischen Massen

*) Lyell, Principles of Geology Vol. III. p. 353 und 359.

†) Die hier gegebene Darstellung der Lagerungsverhältnisse des Granits drückt den allgemeinen oder Hauptcharakter der ganzen Bildung aus. In einzelnen Punkten (s. oben S. 130, und die Beschreibung eines Theils der Narvischen Kette nahe der Grenze des sibirischen Gebiets in Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 599) zeigt freilich der Granit Gestaltungen, die vermuthen lassen, daß er bei seinem Ausbruch, wie der Trachyt (Dufrenoy et Elie de Beaumont, Description géologique de la France T. I. p. 70), nicht immer denselben Mangel an Flüssigkeit gehabt hat. Da im Texte früher der engen Klüfte Erwähnung geschehen ist, durch welche

bisweilen sich die Basalte ergießen, so will ich hier noch an die weiten Spalten erinnern, welche bei den mit den Basalten nicht zu verwechselnden Melaphyren als Zuführungsadern gebildet haben. S. über eine 450 Fuß breite Spalte, durch welche in den Steinbohlenarben bei Cornbrook in Hoar Edge der Melaphyr aufgestiegen ist, die interessante Darstellung von Murchison, The Silurian System p. 126.

‡) Sir James Hall in den Edinb. Transact. Vol. V. p. 43, Vol. VI. p. 71; Gregory Watt in den Philos. Transactions of the Royal Society of London for 1804 P. II. p. 279; Dardiques und Fleuriot de Bellevue im Journ. de Phys. T. LX. p. 456; Diefenbach, Wärmelehre S. 313 und 443.

(Diorit, Augitporphyr, Basalt, und Lava vom Aetna) nach Verschiedenheit des Drucks, unter dem sie geschmolzen werden, oder der Dauer ihrer Abkühlung, entweder, bei schnellem Erkalten, ein schwarzes Glas von gleichartigem Bruche oder, bei langsamer Abkühlung, eine steinichte Masse von körnigem, krystallinischem Gefüge geben. Die Krystalle haben sich dann theils in Höhlungen, theils von der Grundmasse umschlossen gebildet. Dasselbe Material (und diese Betrachtung ist für die Natur des Eruptionsgesteins oder für die Umwandlungen, welche es erregt, von großer Wichtigkeit) liefert die verschiedenartigsten Bildungen. Kohlensäure Kalkerde, unter starkem Drucke geschmolzen, verliert ihren Gehalt an Kohlensäure nicht; die erkaltete Masse wird körniger Kalkstein, *salinischer Marmor*. So die Krystallisation auf trockenem Wege; auf nassem Wege entsteht sowohl Kalkspath als Aragonit, ersterer bei einem geringeren, letzterer bei einem höheren Wärmegrade*). Nach Temperaturverschiedenheiten ordnen sich anders und anders die fest werdenden Theile in bestimmten Richtungen zur Krystallbildung an einander, ja es verändert sich die Form selbst der Krystalle†). Es giebt dabei, ohne daß ein flüssiger Zustand eintritt, unter gewissen Verhältnissen eine Verschiebbarkeit‡) der kleinsten Theile eines Körpers, die sich durch optische Wirkungen äußert. Die Erscheinungen, welche die Entglasung, die Erzeugung des Cement- und Gußstahls, der Uebergang des faserigen Gewebes des Eisens in körniges durch erhöhte Temperatur||), vielleicht selbst durch sehr kleine, aber gleichmäßige und lange fortgesetzte Erschütterungen, darbieten, werfen ebenfalls Licht auf die geologischen Prozesse der Metamorphose. Wärme kann in krystallisirten Körpern sogar entgegengesetzte Wirkungen gleichzeitig hervorrufen; denn nach Mitscherlich's schönen Versuchen¶) ist es eine Thatsache, daß der Kalkspath, ohne seinen Aggregatzustand zu ändern, sich in Einer Auenrichtung ausdehnt, in einer anderen zusammenzieht.

Wenn wir von diesen allgemeinen Betrachtungen zu einzelnen Beispielen übergehn, so sehen wir zuerst den Schiefer durch die Nähe plutonischer Eruptionsgesteine in blauschwarzglänzenden Dachschiefer umgewandelt. Die Schichtungsklüfte sind dann, was eine spätere Einwirkung andeutet**), durch ein anderes System von Klüften (Nebenabsonderungen), welche die ersten fast senkrecht schneiden, unterbrochen. Durch Eindringen von Kieselsäure wird der Thonschiefer von Quarztrümmern durchsetzt, in Weichschiefer und Kiesel-schiefer (letzteren bisweilen kohlenstoffhaltig und dann galvanisch nervenreizend) theilweise verändert. Der höchste Grad der Verkieselung††) des Schiefers ist aber ein edles Kunstmaterial, der *Band-Jaspis*, im Uralgebirge durch Berührung und Ausbruch des Augitporphyrs (Orst), des Dioritporphyrs (Auskul) oder eines in Kugeln geballten Hypersthengesteins (Bogosslofst) hervorgebracht; in der Insel Elba (Monte Serrato) nach Friedrich Hoffmann und im Toscanischen nach Alexander Brongniart durch Contact mit Euphotid und Serpentin.

Die Berührung und plutonische Einwirkung des Granits machen (wie wir, Gustav Rose und ich, im Altai innerhalb der Festung Buchtarminsk‡‡) beobachtet haben) den Thonschiefer körnig und lassen ihn in eine granitähnliche Masse (in ein Gemenge von Feldspath

*) Gustav Rose in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XLII. S. 364.

†) Ueber die Dimorphie des Schwefels in Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie § 55—63.

‡) Siehe über Gyps als einartigen Krystall, schwefelsaure Bittererde, Zink und Nickel-Erde Mitscherlich in Poggend. Ann. Bd. XI. S. 228.

§) Coite, Versuche im Creuset über das brüchig werden des Stabeisens, in Elie de Beaumont, Mém. géol. T. II. p. 411.

¶) Mitscherlich über die Ausdehnung der krystallinischen Körper durch die Wärme in Poggend. Ann. Bd. X. S. 151.

*) Ueber doppelte Schichtungsklüfte s. Elie de Beaumont. Géologie de la France p. 41; Erdbner,

Geognosie Thüringens und des Harzes S. 40; Römer, das Rheinische Uebergangs-Gebirge 1844 S. 5 und 9.

††) Mit Zusatz von Thon, Kalkerde und Kali, nicht eine bloße durch Eisenoryd gefärbte Kieselsäure; Rose, Reise Bd. II. S. 187. Ueber die Jaspis-Entstehung durch Dioritporphyr, Augitgestein und Hypersthenfels s. Rose Bd. II. S. 179, 187 und 192. Vergl. auch Bd. I. S. 427, wo die Porphyrukugeln abgebildet sind, zwischen denen der Jaspis im kalkhaltigen Grauwadengebirge von Bogosslofst ebenfalls als Folge der plutonischen Einwirkung des Augitgesteins auftritt; Bd. II. S. 545, wie Humboldt, Asie centrale T. I. p. 486.

‡‡) Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 586—588.

und Glimmer, in welchem wieder größere Glimmerblätter*) liegen) übergehen. „Daß zwischen dem Eismere und dem finnischen Meerbusen aller Ueieiß aus silurischen Schichten der Transitions-Formation durch Einwirkung des Granits entstanden und umgewandelt worden ist, kann jetzt, wie Leopold von Buch sich ausdrückt, als eine allen Geognosten geläufige und von den meisten für bewährt angenommene Hypothese gelten. In den Alpen am Gotthard wird Kreide-Mergel ebenfalls durch Granit erst zu Glimmerschiefer, dann zu Ueieiß umgewandelt.“†) Ähnliche Erscheinungen der Ueieiß- und Glimmerschieferbildung durch Granit bieten sich dar: in der Dolithen-Gruppe der Tarantaise‡), wo Belemniten sich in Gesteinen gefunden haben, die selbst schon auf den Namen des Glimmerschiefers Anspruch machen können; in der Schiefergruppe des westlichen Theils der Insel Elba unfern dem Vorgebirge Calamita, und in dem baireuther Fichtelgebirge||) zwischen Lomitz und Marktleiten.

So wie ein den Alten in großen Massen nicht zugängliches Kunstmateriale¶), der Jaspis, das Erzeugniß einer vulkanischen Einwirkung des Augitporphyrs ist; kann ein anderes, von ihnen so vielfach und glücklich angewandtes Kunstmateriale, der körnige (salinische) Marmor, ebenfalls nur als eine durch Erdwärme und Nähe eines heißen Eruptionsgesteins veränderte Sedimentschicht betrachtet werden. Genaue Beobachtung der Contactphänomene und die merkwürdigen Schmelzversuche von Sir James Hall, die nun schon über ein halbes Jahrhundert alt sind und neben der ersten Erforschung der Granitgänge am meisten zur frühen Begründung unsrer jetzigen Geognosie beigetragen haben, rechtfertigen eine solche Behauptung. Bisweilen hat das Eruptionsgestein den dichten Kalk nur in einer gewissen der Berührung nahen Zone in körnigen Kalkstein verwandelt. So zeigt sich eine partielle Umwandlung (wie ein Falschschatten) in Irland (Velfast), wo Basaltgänge die Kreide durchsetzen; so in dem dichten Flözalkstein, den ein fensitartiger Granit an der

*) Für die vulkanische Entstehung des Glimmers ist es wichtig zu erinnern, daß Glimmerkrystalle sich finden: im Basalt des böhmischen Mittelgebirges, in der Lava des Vesuvius von 1822 (Monticelli, Storia del Vesuvio negli anni 1821 e 1822 § 99), in Thonschiefer-Bruchstücken, die am Höhenfels unweit Gerolstein in der Eifel von schlagigem Basalt umwickelt sind (s. Mitscherlich in Leonhard, Basalt-Gebilde S. 244). Ueber ein Entstehen des Feldspathes im Thonschiefer durch Contact des Porphyrs zwischen Uval und Poiet (Forez) s. Dufrenoy in Géol. de la Franco T. I. p. 137. Einem ähnlichen Contact sollen in der Bretagne bei Paimpol (T. I. p. 234) die Schiefer einen mandelsteinartigen und zelligen Charakter verdanken, dessen Ansicht bei einer geognostischen Fußreise mit Professor Kunth in diese interessante Gegend mich sehr in Erstaunen gesetzt hat.

†) Leopold von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wissensch. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 63 und in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Kritik Jahrg. 1840 S. 196.

‡) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362–372: „En se rapprochant des masses primitives du Mont Rose et des montagnes situées à l'ouest de Coni, on voit les couches secondaires perdre de plus en plus les caractères inhérents à leur mode de dépôt. Souvent alors elles en prennent qui semblent provenir d'une toute autre cause, sans perdre pour cela leur stratification, rappelant par cette disposition la structure physique d'un tison à moitié charbonné dans lequel on peut suivre les traces des fibres ligneuses, bien au-delà des points qui présentent encore les caractères mutuels du bois.“ (Vergl. auch Annales des Sciences naturelles T. XIV. p. 118–122 und S. von Dechen, Geognosie S. 553.) Zu den auffallendsten Beweisen der Umwandlung des Gesteins durch plutonische Einwirkung gehören die Belemniten in den Schie-

fern von Nussenen (Abenthal von Eginen und Gries-Gletscher), wie die Belemniten in sogenanntem uranfänglichen Kalkstein, welche Fr. v. Charpentier am westlichen Abhange des Col de Seigne, zwischen der Enclosve de Monjovet und der Alpenhütte de la Landette, gefunden (Annales de Chimie T. XXIII. p. 262) und mir in Ver. im Herbst 1822 gezeigt hat.

§) Hoffmann in Voggend. Annalen Bd. XVI. S. 552. „Schichten von Transitions-Thonschiefer des Fichtelgebirges, die in einer Länge von 4 Meilen verfolgt werden können und nur an beiden Extremen, wo sie mit dem Granite in Berührung kommen, in Ueieiß umgewandelt sind. Man verfolgt dort die allmähliche Ueieißbildung, die innere Entwicklung des Glimmers und der Feldspathmandeln im Thonschiefer, der ja ohnedies fast alle Elemente dieser Substanzen enthält.“

¶) In dem, was uns von den Kunstwerken des griechischen und römischen Alterthums übrig geblieben ist, bemerkt man den Mangel von Jaspis-Säulen und großen Gefäßen aus Jaspis, die jetzt allein das Arealgebirge liefert. Was man als Jaspis von den Haharberberge (Revennaja Sopka) im Ural bearbeitet, gehört zu einem gestreiften prachtvollen Porphyre. Der Name Jaspis, aus den semitischen Sprachen übertragen, scheint sich nach den verwirrten Beschreibungen des Theophrastus (de Lap. 23 und 27) und Plinius (XXXVII, 8 und 9), welcher den Jaspis unter den unbedürftlichen Gemmen aufführt, auf Fragmente von Jaspischat und sogenanntem Opaljaspis zu beziehen, die die Alten Jaspopyr nannten. Daher glaubt Plinius schon als ein seltenes Beispiel der Größe ein 11zölliges Stück Jaspis aus eigener Ansicht anführen zu müssen: „magnitudinem jaspidis uidecim unciarum vidimus, formatamque inde effigiem Neronis thoracatum.“ Nach Theophrastus ist der Stein, den er Smaragd nennt und aus dem große Obeliken geschnitten werden, nichts anders als ein unreifer Jaspis.

Brücke von Boscampo und in der durch den Grafen Mazari Pancati berühmt gewordenen Cascade von Ganzocoli (Tyrol) in theilweis gebogenen Schichten*) berührt. Eine andere Art der Umwandlung ist die, wo alle Schichten des dichten Kalksteins durch Einwirkung von Granit, Syenit oder Dioritporphyr in körnigen Kalkstein umgeändert sind†).

Es sei hier erlaubt, noch speciell des parischen und carrarischen Marmors zu erwähnen, welche für die edelsten Werke der Bildhauerkunst so wichtig geworden sind und unsern geognostischen Sammlungen nur zu lange als Haupttypen uranfänglichen Kalksteins gedient haben. Die Wirkungen des Granits offenbaren sich nämlich theils durch unmittelbare Berührung, wie in den Pyrenäen‡), theils wie im Continent von Griechenland und in den Inselreihen des ägäischen Meeres, gleichsam durch die Zwischenschichten von Gneiß oder Glimmerschiefer hindurch. Beides setzt einen gleichzeitigen, aber verschiedenartigen Proceß der Gesteinsumwandlung voraus. In Attika, auf Euböa und im Peloponnes ist bemerkt worden, „daß der Kegel nach der dem Glimmerschiefer aufgelagerte Kalkstein um so schöner und krystallinischer ist, als sich der Glimmerschiefer auszeichnet reiner, d. h. minder thonhaltig, zeigt.“ Diese letzte Gebirgsart, so wie auch Gneißschichten treten an vielen tiefen Punkten von Paros und Antiparos hervor.“§) Wenn nach einer von Drigenes erhaltenen Notiz des alten Cleaten Xenophanes von Kolophon¶), der sich die ganze Erdrinde als einst von Meere bedeckt vorstellte, in den Steinbrüchen von Syracus Versteinerungen von Seeproducten und in dem tiefsten der Felsen von Paros der „Abdruck von einem kleinen Fisch“ (einer Sardelle) gefunden wurden, so könnte man an das Uebrigbleiben einer dort nicht ganz metamorphosirten Flözschicht glauben. Der, schon vor dem Augusteischen Zeitalter benutzte Marmor von Carrara (Luna), die Hauptquelle des statuarischen Kunstmaterials, so lange die Brücke von Paros nicht wieder eröffnet werden, ist eine durch plutonische Kräfte umgewandelte Schicht desselben Kreidesandsteins (maigno), welcher in der inselförmig aufsteigenden Alp Apuana zwischen gneißähnlichem Glimmer und Talkschiefer austritt**). Ob an einzelnen Punkten auch in dem Innern der Erde körniger Kalk gebildet und, gangartig Spalten ausfüllend (Auerbach an der Bergstraße), an die Oberfläche durch Gneiß und Syenit††) emporgedrungen ist; darüber darf ich mir, schon wegen des Mangels eigener Ansicht, kein Urtheil erlauben.

Unter aller Einwirkung eines massigen Eruptionsgesteins auf dichte Kalkschichten bieten aber, nach Leopolds von Buch scharfsinnigen Beobachtungen, den merkwürdigsten Proceß

*) Humboldt, Lettre à Mr. Brochant de Villiers in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIII. p. 261; Leop. von Buch, Geogn. Briefe über das südliche Tyrol S. 101, 105 und 273.

†) Ueber die Umwandlung des dichten Kalksteins in körnigen durch Granit in den Pyrenäen (Montagne de Rancie) s. Dufrenoy in den Mémoires géologiques T. II. p. 440, und in den Montagnes de l'Oisans s. Elie de Beaumont, Mém. géol. T. II. p. 579 — 415; durch Diorit- und Pyroxen-Porphyr (Ophite; Elie de Beaumont, Géol. de la France T. I. p. 72) zwischen Isola und St. Sebastian s. Dufrenoy in Mém. géol. T. II. p. 130; durch Syenit in der Insel Sthé, wo in dem veränderten Kalkstein sogar noch Versteinerungen sichtbar geblieben sind, s. von Dechen, Geognosie S. 573. In der Umwandlung der Kreide durch Berührung mit Basalt ist die Verschiebung der kleinsten Theile, bei Entstehung der Krystalle und bei dem Körnigwerden, um so merkwürdiger, als nach Ehrenberg's scharfsinnigen microscopischen Untersuchungen die Kreidetheilchen vorher gegliederte Ringe bilden. S. Vöggenhoff's Annalen der Physik Bd. XXXIX. S. 105, und über die Ringe des aus Aufschüßungen niedergeschlagenen Aragonits Gustav Rose dafelbst Bd. XLII. S. 354.

‡) Lager körnigen Kalksteins im Granit am Port de Do und in Mont de Rabour. S. Charpentier, Constitution géologique des Pyrénées p. 144, 146.

§) Leop. von Buch, Deser. des Canaries p. 394; Friedl., Reise durch das Königreich Griechenland Th. II. S. 151, 190 und 516.

¶) Ich habe der merkwürdigen Stelle in Drigenes Philosophumena cap. 14 (Opera ed. Delarue T. I. p. 893) schon an einem anderen Orte erwähnt. Nach dem ganzen Zusammenhange ist es sehr unwahrscheinlich, daß Xenophanes einen Lorbeer-Abdruck (ῥόνον δάφνης) statt eines Fisch-Abdrucks (ῥόνον ἰχθύος) gemeint habe. Delarue tabelt mit Unrecht die Correction des Jacob Gronovius, welcher den Lorbeer in eine Sardelle umgewandelt hat. Die Fisch-Versteinerung ist doch wahrcheinlicher als das natürliche Silensbild, welches die Steinbrecher aus den parischen Marmorbrüchen (des Berges Marpeffos, Serv. ad Virg. Aen. VI. 471) wollen herausgespalten haben (Plin. XXXVI. 5).

**) Ueber die geognostischen Verhältnisse der Mondstadt Carrara (Stadt Selene's, Strabo lib. V. p. 222) s. Sant'Osservazioni sui terreni antichi Toscani in dem Nuovo Giornale de Letterati di Pisa No. 63, und so f. u. in Karsten's Archiv für Mineralogie Bd. VI. S. 253—263, wie auch dessen Geogn. Reise durch Italien S. 244—265.

††) Nach der Annahme eines vortrefflichen und sehr erfahrenen Beobachters, Karls von Leonhard; siehe dessen Jahrbuch für Mineralogie 1834 S. 329 und Bernhard Cotta, Geognosie S. 310.

der Metamorphose die Dolomitmassen, besonders im südlichen Tyrol und in dem italienischen Abfall der Alpenkette, dar. Eine solche Umwandlung des Kalksteins geht von Klüften aus, welche denselben nach allen Richtungen durchsetzen. Die Höhlungen sind überall mit Rhomboiden von Bitterspath bedeckt; ja das ganze Gebilde, dann ohne Schichtung und ohne Spur der Versteinerungen, die es vorher enthielt, besteht ~~vor~~ aus einer körnigen Anhäufung von Dolomit-Rhomboiden. Talkblätter liegen hier und da vereinzelt in der neuentstandenen Gebirgsart, Serpentintrümmer durchsetzen sie. Im Jassa-Thale steigt der Dolomit senkrecht in glatten Wänden von blendender Weiße zu mehreren tausend Fuß Höhe empor. Er bildet zugespitzte Regelberge, die in großer Zahl neben einander stehen, ohne sich zu berühren. Ihre physisognomische Gestaltung erinnert an die lieblich phantastische Berglandschaft, mit welcher Leonardo da Vinci das Bild der Mona Lisa als Hintergrund schmückte.

Die geognostischen Erscheinungen, welche wir hier schildern, regen die Einbildungskraft wie das Nachdenken an; sie sind das Werk eines Aagitporphyrs, der hebend, zertrümmernd und umwandelnd einwirkt*). Der Proceß der Dolomitisirung wird von dem geistreichen Forscher, der zuerst ihn andeutet, keineswegs als eine Mittelheilung der Talkerde aus dem schwarzen Porphyr, sondern als eine gleichzeitige, das Hervortreten dieses Ausbruchsgesteins auf weiten dampferfüllten Spalten begleitende Veränderung betrachtet. Künftigen Forschungen bleibt es übrig, zu bestimmen, wie da, wo Dolomit in Schichten zwischen Kalkstein eingelagert ist, ohne Berührung mit endogenem Gesteine die Umwandlung erfolgt ist? wo dann die Zuführungscanäle plutonischer Einwirkung verborgen liegen? Vielleicht ist es auch hier noch nicht nothwendig, zu dem alten römischen Ausspruch seine Zuflucht zu nehmen, nach welchem „viele Gleiches in der Natur auf ganz verschiedenen Wegen gebildet wird.“ Wenn in einem weit ausgedehnten Erdsrücke zwei Erscheinungen, das Emportreten von Melaphyr, und die Krystall- und chemische Mischungs-Veränderung eines dichten Kalkgesteins, einander immer begleiten; so darf man wohl da, wo die zweite Erscheinung ohne die erste sichtbar wird, mit einigem Rechte vermuthen, daß der scheinbare Widerspruch in der Nichterfüllung gewisser die verborgene Hauptursach begleitender Bedingungen gegründet ist. Würde man darum die vulkanische Natur, die Feuerflüssigkeit des Basalts in Zweifel ziehen, weil sich einige seltene Fälle gezeigt haben, in denen Basaltgänge, Steinkohlenflöze, Sandstein oder Kreideschichten durchgehend, weder die Kohle wesentlich ihres Brennstoffs beraubt, noch den Sandstein gefrittet und verschlackt, noch die Kreide in körnigen Marmor verwandelt haben? Wo in der dunkeln Region der Gesteinbildung ein Dämmerlicht, eine leitende Spur aufgefunden worden, muß man beide nicht darum gleich undankbar verlassen, weil in den Verhältnissen der Uebergänge und der isolirten Einlagerung zwischen unveränderten Schichten noch manches für jetzt unerklärt bleibt.

Nach der Veränderung des dichten kohlen-sauren Kalkes in körnigen Kalkstein und in Dolomit muß hier noch einer dritten Umwandlung desselben Gesteins erwähnt werden, welche den in der Urzeit vulkanisch ausgebrochenen schwefelsauren Dämpfen zuzuschreiben ist. Diese Umwandlung des Kalkes in Gyps ist mit dem Eindringen von Steinsalz und Schwefel (letzterer aus schwefelhaltigen Wasserdämpfen niedergeschlagen) verwandt. In der hohen Andeskette von Quindiu, fern von allen Vulkanen, habe ich auf Klüften im Gneiß diesen Niederschlag des Schwefels beobachtet, während Schwefel, Gyps und Steinsalz in Sicilien (Cattolica bei Virgenti) zu den neuesten Secundärschichten (der Kreideformation†) gehören. Spalten mit Steinsalz gefüllt, in beträchtlichen, bisweilen einen

*) Leep. von Buch, Geognostische Briefe an Alex. von Humboldt 1824 S. 36 und 82; derselbe in den Annales de Chimie T. XXIII. p. 276 und in den Abhandl. der Berliner Akad. aus den J. 1822 und 1823

S. 83—136; H. von Dechen, Geognosie S. 574—576.

†) Hoffman n, Geogn. Reise bearbeitet von H. von Dechen S. 113—119, 380—386; Voggenreiff's Annalen der Physik Bd. XXVI. S. 41.

unerlaubten Handel begünstigenden Massen, habe ich am Vesuv in dem Rande des Kraters selbst gesehen. An beiden Abhängen der Pyrenäen ist der Zusammenhang des Troit- (und Pyroxen=?) Gesteins mit dem Austreten der Dolomite, des Gypses und des Steinsalzes nicht zu bezweifeln*). Alles verkündigt in den hier geschilderten Erscheinungen die Einwirkung unterirdischer Mächte auf Sedimentschichten des alten Meeres.

Die reinen Quarzlager von ungeheurer Mächtigkeit, welche für die Andeskette†) von Südamerika so charakteristisch sind (ich habe, von Caramarca gegen Guanamarca hin nach der Südssee herabsteigend, Quarzmassen sieben- bis achttausend Fuß mächtig gefunden), sind von räthselhafter Entstehung; sie ruhen bald auf quarzlosem Perphyr, bald auf Dioritgestein. Wurden sie aus Sandstein umgewandelt, wie Elie de Beaumont es von den Quarzschiefern am Col de la Poissonnière‡) (östlich von Briançon) vermuthet? In Brasilien, in den neuerlichst von Clausen so genau untersuchten Diamant-Districten von Minas Geraes und St. Paul, haben plutonische Kräfte auf Dioritgängen bald gewöhnlichen Glimmer, bald Eisenglimmer in dem Quarz=Itacolumit entwickelt. Die Diamanten von Grammaoa sind in Schichten fester Kieselsäure enthalten; bisweilen liegen sie von Glimmerblättchen umhüllt, ganz wie die im Glimmerschiefer entstandenen Granaten. Die nördlichsten aller Diamanten, die seit 1829 unter 58° Breite, am europäischen Abfall des Ural, entdeckt, stehen auch in geognostischen Verhältnissen zum schwarzen kohlenstoffhaltigen Dolomit||) von Adolfskoi, wie zum Augitporphyr, die durch genaue Beobachtungen noch nicht hinlänglich aufgeklärt sind.

Unter die denkwürdigsten Contactphänomene gehört endlich noch die Granatbildung im Thonschiefer bei Berührung mit Basalt und Doleritgestein (Northumberland und Insel Anglesea), wie die Erzeugung einer großen Menge schöner und sehr verschiedenartiger Krystalle (Granat, Vesuvian, Augit und Ceylanit), welche an den Berührungsflächen von Eruptions- und Sedimentgestein, an der Grenze des Monzon=Syenits mit Dolomit und reichem Kalkstein sich entwickeln¶). In der Insel Elba haben Serpentinsteine=Massen, welche vielleicht nirgends so deutlich als Eruptions-Gebirgsarten erscheinen, in den Klüften eines Kreidesandsteins die Sublimation von Eisenglanz und Rotheisenstein**) bewirkt. Denselben Eisenglanz sehen wir noch täglich am Kraterlande und in frischen Lavaströmen des Vulkans von Stromboli, des Vesuvius und des Aetna sich aus der Dampfform an den Spaltwänden offener Gänge sublimiren††). Wie hier durch vulkanische Kräfte sich Gangmassen unter unsern Augen bilden, da wo das Nebengestein schon zu einem Zustande der Starrheit gelangt ist; so haben auf eine ähnliche Weise in den früheren Revolutionen der Erdrinde Gestein= und Erzgänge überall entstehen können, wo die feste, aber noch dünne Rinde des Planeten, öfter durch Erdsöße erschüttert, bei Volumenveränderung im Erkalten zerklüftet und gespalten, mehrfache Verbindungen mit dem Inneren, mehrfache Auswege für aufsteigende, mit Erd- und Metallstoffen geschwängerte Dämpfe darbot. Die den Sahlbändern parallele, lagenweise Anordnung der Gemengtheile, die regelmäßige Wiederholung gleichnamiger Lagen zu beiden Seiten (im Hangenden und Liegenden des Gangs), ja die drüsenförmigen langgebehten Höhlungen der Mitte bezeugten oft recht unmittelbar den

*) Dufrénoy in den Mémoires géologiques T. II. p. 145 und 179.

†) Humboldt, Essai géogn. sur le Gisement des Roches p. 93; Asie centrale T. III p. 532.

‡) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362; Murchison, Silurian System p. 286.

||) Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 364 und 367.

¶) Leop. von Buch, Briefe S. 109—129. Vergl. auch Elie de Beaumont über Contact des Granits mit Surschiefern in den Mém. géol. T. II. p. 408.

**) Hoffmann, Reise S. 30 und 37.

††) Ueber den chemischen Hergang eines Bildungsprocesses des Eisenglanzes s. Gay-Lussac in den Annales de Chimie T. XXII. p. 415 und Mitscherlich in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 630. Auch in den Höhlungen des Obsidians vom Cerro del Jacal, den ich aus Mexico mitgebracht, haben sich (wahrscheinlich aus Dämpfen) Olivin-Krystalle niedergeschlagen (Gustav Rose in Poggend. Ann. Bd. X. S. 323). Es kommt demnach Olivin vor: in Basalt, in Lava, in Obsidian, in künstlichen Schlacken, in Meteorsteinen, im Syenit von Eskalen und (als Hyalositberit) in der Wacke vom Kaiserstuhl.

plutonischen Proceß der Sublimation in den Erzgängen. Da die durchsetzenden neueren Ursprungs als die durchsetzten sind, so lehren die Lagerungsverhältnisse des Porphyrs zu den Silbererz-Formationen, daß diese in dem sächsischen Erzgebirge, also in dem wichtigsten und reichsten Erzgebirge Deutschlands, zum wenigsten jünger als die Baumstämme des Steinkohlengebirges und des Nothliegenden sind*).

Alles, was mit unsern geologischen Vermuthungen über die Bildung der Erdrinde und die Umwandlung der Gebirgsarten zusammenhängt, hat ein unerwartetes Licht dadurch gewonnen, daß man den glücklichen Gedanken †) gehabt hat, die Schlackenbildung in unsern Schmelzöfen mit der Entstehung natürlicher Mineralien zu vergleichen, und künstlich diese aus ihren Elementen wiederum zusammenzusetzen. Bei allen diesen Operationen wirken dieselben Verwandtschaften, welche in unsern Laboratorien wie in dem Schooße der Erde die Zusammensetzung chemischer Verbindungen bestimmen. Der wichtigste Theil der einfachen Mineralien, welche sehr allgemein verbreitete plutonische und vulkanische Eruptionsgesteine, wie die durch sie metamorphosirten Gebirgsarten charakterisiren, sind schon krystallinisch und in vollkommener Gleichheit unter den künstlichen Mineralbildungen aufgefunden worden. Wir unterscheiden die, welche in den Schlacken zufällig entstanden sind, und die, welche absichtlich von den Chemikern hervorgebracht wurden. Zu den ersteren gehören Feldspath, Glimmer, Augit, Olivin, Blende, krystallisirtes Eisenoryd (Eisenglimmer), Magneteisen=Octaeder und metallisches Titan ‡); zu den zweiten: Granat, Zirkon, Rubin (dem orientalischen an Härte gleich), Olivin und Augit §). Die hier genannten Mineralien bilden die Hauptbestandtheile von Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, von Basalt, Dolomit und vielen Porphyren. Die künstliche Erzeugung von Feldspath und Glimmer ist besonders von großer geognostischer Wichtigkeit für die Theorie der Gneißbildung durch Umwandlung des Thonschiefers. Dieser enthält die Bestandtheile des Granits, Kali nicht ausgeschlossen ¶). Es wäre demnach, bemerkt mit Recht ein scharfsinniger Geognost, Herr von Dechen, nicht sehr unerwartet, wenn wir an den Wänden eines Schmelzofens, der aus Thonschiefer und Grauwacke aufgeführt ist, einmal ein Gneißfragment sich bilden sähen.

Es bleibt in diesen allgemeinen Betrachtungen über die feste Erdrinde nach Aufzählung von drei Entstehungsformen (dem Eruptions-, Sediment- und metamorphosirten Gestein) noch eine vierte Classe zu nennen übrig, die der Agglomeratbildung oder des Trümmergesteins. Dieser Name selbst erinnert an die Zerstörungen, welche die Oberfläche der Erde erlitten, er erinnert aber auch an die Proceße der Cimentirung (Verfittung), welche durch Eisenoryd, durch thon- und kalkartige Bindemittel die bald abgerundeten, bald

*) Constantin von Deust über die Porphyrbildung 1835 S. 89—96; desselben Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie 1840 S. 6; C. von Weissenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse 1836 Fig. 12. Die bandförmige Structur der Gangmassen ist aber eben so wenig allgemein als die bestimmte Altersfolge der einzelnen Glieder dieser Massen; s. Freiesleben über die sächsischen Erzgänge 1843 S. 10—12.

†) Mitscherlich über die künstliche Darstellung der Mineralien, in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus den Jahren 1822 und 1823 S. 25—41.

‡) In Schlacken: Krystalle von Feldspath, von Seine beim Ausblasen eines Kupferhohofens unweit Sangerhausen aufgefunden und von Kersten zerlegt (Poggend. Annalen Bd. XXXIII. S. 337); von Augit in den Schlacken von Sable (Mitscherlich in den Abhandl. der Akad. zu Berlin 1822 und 1823 S. 40); von Olivin (Sesfiori in Leonhard, Basaltgebilde Bd. II. S. 495); von Glimmer in alten Schlacken von Schloß Garpenberg (Mitscherlich in Leonhard a. a. D. S. 506); von Magneteisen in Schlacken von Chatillon sur Seine (Leonhard S. 441); von Eisenglimmer in To-

mpferthon entstanden (Mitscherlich in Leonhard S. 234).

§) Absichtlich hervorgebracht: Zirkon und Granat (Mitscherlich in Poggendorff's Ann. der Physik Bd. XXXIII. S. 340), Rubin, Zirkon in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. IV. P. 1. p. 999), Olivin und Augit (Mitscherlich und Berthier in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIV. p. 376). Ohnerachtet nach Gustav Rose Augit und Hornblende die größte Uebereinstimmung der Krystallform zeigen und ihre chemische Zusammensetzung auch fast dieselbe ist, so ist doch noch nie Hornblende neben dem Augit in Schlacken beobachtet worden; eben so wenig ist es den Chemikern geglückt, Hornblende oder Feldspath absichtlich hervorzubringen (Mitscherlich in Poggend. Annalen Bd. XXXIII. S. 340, und Rose, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 358 und 363). Man vergleiche auch Deudant in den Mém. de l'Acad. des Sciences T. VIII. p. 221 und Becquerel's scharfsinnige Versuche in seinem Traité de l'Electricité T. I. p. 334, T. III. p. 218, T. V, 1. p. 148 und 185.

¶) D'Aubuisson im Journal de Physique T. LXVIII. p. 128.

edig gebliebenen Theile wiederum mit einander verbunden hat. Agglomerate und Trümmergesteine im weitesten Sinne des Worts offenbaren den Charakter einer zwiefachen Entstehungsweise. Die Materialien, welche ihre mechanische Zusammensetzung bilden, sind nicht bloß von den stuhenden Meereswogen oder bewegten süßen Wassern herbeigeführt; es giebt Trümmergesteine, an deren Bildung der Stoß des Wassers keinen Antheil gehabt hat. „Wenn basaltische Inseln oder Trachytberge auf Spalten sich erheben, veranlaßt die Reibung des aufsteigenden Gesteins gegen die Wände der Spalten, daß Basalt und Trachyt sich mit Agglomeraten ihrer eigenen Massen umgeben. In den Sandsteinen vieler Formationen sind die Körner, aus denen sie zusammengesetzt sind, mehr losgerissen durch die Reibung des ausbrechenden (vulkanischen oder plutonischen) Gesteins, als zertrümmert durch die Bewegung eines nachbarlichen Meeres. Das Dasein solcher Reibungs-Conglomerate (die in beiden Welttheilen in ungeheuren Massen gefunden werden) bezeugt die Intensität der Kraft, mit welcher die Eruptionsmassen gegen die Erdoberfläche gestoßen sind, als sie aus dem Innern emporgetrieben wurden. Die Wasser bemächtigen sich dann der ihres Zusammenhanges beraubten Körner und verbreiten sie in Lagen auf dem Grunde selbst, den sie überdecken*.)“ Sandstein-Gebilde findet man eingelagert durch alle Schichten von dem unteren silurischen Uebergangsgebirge an bis jenseits der Kreide in den Tertiärformationen. In den Rändern der unermesslichen Ebenen des Neuen Welttheils, in und außerhalb der Tropen, sieht man sie mauerartig gleichsam das alte Ufer bezeichnen, an dem die mächtige Wellenbrandung schäumte.

Wenn man einen Blick wagen will auf die geographische Verbreitung der Gebirgsarten und ihre räumlichen Verhältnisse in dem Theile der Erdrinde, welcher unsern Beobachtungen zugänglich ist, so erkennt man, daß der am allgemeinsten verbreitete chemische Stoff die Kieselsäure ist, meist in undurchsichtigem Zustande und mannigfach gefärbt. Nach der festen Kieselsäure herrscht zunächst kohlensaurer Kalk; dann kommen die Verbindungen von Kieselsäure mit Thonerde, Kali und Natron, mit Kalkerde, Magnesia und Eisenoryd. Wenn das, was wir Gebirgsarten nennen, bestimmte Associationen einer kleinen Zahl von Mineralien sind, denen sich, wie parasitisch, einige andere, aber auch nur bestimmte, anschließen; wenn in einem Eruptionsgestein, dem Granit, die Association von Quarz (Kieselsäure), Feldspath und Glimmer das Wesentliche ist: so gehen diese Mineralien auch vereinigt oder geaart durch viele andere Schichten hindurch. Um nur beispielsweise zu zeigen, wie quantitative Verhältnisse ein Feldspathgestein von einem anderen, glimmerreichen unterscheiden, erinnere ich daran, daß, wenn, nach Mitscherlich, zum Feldspath dreimal mehr Thonerde und $\frac{1}{3}$ mehr Kieselsäure, als demselben eigen ist, hinzugefügt wird, man die Zusammensetzung des Glimmers erhält. In beiden ist Kali enthalten, ein Stoff, dessen Existenz in vielen Gebirgsarten wohl über den Anfang aller Vegetation auf dem Erdkörper hinausstiegt.

Die Reihenfolge und mit ihr das Alter der Formationen wird durch die gegenseitige Auflagerung der Sediment-, der umgewandelten und der Aggregatschichten, durch die Natur der Gebilde, bis zu welcher die Eruptionsmassen hinaufsteigen, am sichersten aber durch die Anwesenheit organischer Reste und die Verschiedenartigkeit ihres Baues erkannt. Die Anwendung der botanischen und zoologischen Kennzeichen auf die Bestimmung des Alters der Felsmassen, die Chronometrik der Erdrinde, welche Hooke's großer Geist schon ahnete, bezeichnet eine der glänzendsten Epochen der neuen, den semitischen Einflüssen wenigstens auf dem Continent endlich entzogenen Geognosie. Paläontologische Studien haben der Lehre von den starren Gebilden der Erde, wie durch einen belebenden Hauch, Anmuth und Vielseitigkeit verliehen.

*) Leop. von Buch, Geognost. Briefe S. 75—82; wo zugleich gezeigt wird, wie der rothe Sandstein (das Tobilligenbe des thüringischen Flözgebirges) und das Steinkohlen-Gebilde als Erzeugnisse des aufsteigenden Porphyr betrachtet werden müssen.

Die versteinierungshaltigen Schichten bieten uns, in ihren Grabstätten erhalten, die Floren und die Faunen der verflossenen Jahrtausende dar. Wir steigen aufwärts in die Zeit, indem wir, die räumlichen Lagerungsverhältnisse ergründend, von Schicht zu Schicht abwärts dringen. Ein hingeschwundenes Thier- und Pflanzenleben tritt vor unsere Augen. Weit verbreitete Erdrevolutionen, die Erhebung großer Bergketten, deren relatives Alter wir zu bestimmen vermögen, bezeichnen den Untergang alter Organismen, das Auftreten neuer. Einige wenige der älteren erscheinen noch eine Zeit lang unter den neueren. In der Eingeschränktheit unsres Wissens vom Werden, in der Bildersprache, welche diese Eingeschränktheit verbergen soll, nennen wir neue Schöpfungen die historischen Phänomene des Wechsels in den Organismen, wie in der Bewohnung der Urgewässer und des gehobenen trockenen Bodens. Bald sind diese untergegangenen organischen Gebilde ganz erhalten, vollständig bis in die kleinsten Gewebe, Hüllen und gegliederten Theile; bald hat das laufende Thier, auf feuchtem Thonletten fortschreitend, nur seine Fährte, in den Coprolithen die Reste unverdauter Nahrung hinterlassen. In der unteren Juraschicht (Kias von Lyme Regis) ist die Erhaltung des Tintenbeutels *) der Sepia so wunderbar vollkommen, daß dieselbe Materie, welche vor Myriaden von Jahren dem Thiere hat dienen können, um sich vor seinen Feinden zu verbergen, noch die Farbe hergegeben hat, mit der sein Bild entworfen wird. In andern Schichten ist oft nur der schwache Abdruck einer Muschelschale übrig geblieben; und doch kann diese, von Reisenden aus einem fernen Lande mitgebracht, wenn sie eine Leitmuschel †) ist, lehren, welche Gebirgsformation sich dort vorfindet, mit welchen anderen organischen Resten sie vergesellschaftet war. Sie erzählt die Geschichte des Landes.

Das zergliedernde Studium des alten Thier- und Pflanzenlebens hat eine zwiefache Richtung. Die eine ist eine rein morphologische, und vorzugsweise der Naturbeschreibung und Physiologie der Organismen zugewandt; sie füllt durch untergegangene Bildungen die Lücken in der Reihe der jetzt noch belebten aus. Die zweite Richtung ist eine geognostische, welche die fossilen Reste in ihrem Verhältniß zu dem Auseinanderliegen und relativen Alter der Sedimentformationen betrachtet. Lange ist die erstere die vorherrschende gewesen, und eine zu unvollständige und oberflächliche Vergleichung der Versteinerungen mit den jetzt existirenden Arten hatte auf Irrwege geleitet, deren Spuren noch in den wunderbaren Benennungen gewisser Naturkörper zu entdecken sind. Man wollte in allen untergegangenen Arten die lebenden erkennen, wie nach falschen Analogien man im 16ten Jahrhundert die Thiere des alten und neuen Continents mit einander verwechselte. Peter Camper, Sömmering und Blumenbach hatten das Verdienst, durch die wissenschaftliche Anwendung einer feineren vergleichenden Anatomie den osteologischen Theil der Paläontologie (Alterthumskunde des organischen Lebens), so weit derselbe die großen fossilen Wirbelthiere betrifft, zuerst aufzuklären; aber die eigentliche geognostische Ansicht der Versteinerungslehre, die glückliche Verbindung der zoologischen Charaktere mit der Alters- und Auflagerungsfolge der Schichten, verdankt man der großen Arbeit von Georg Cuvier und Alexander Brongniart.

Die ältesten Sedimentformationen, die des Transitionsgebirges, bieten in den organischen Resten, welche sie einschließen, ein Gemisch von Bildungen, die auf der Stufenleiter der sich allmählig vervollkommnenden Entwicklung einen sehr verschiedenen Platz einnehmen. Von Pflanzen enthalten sie freilich nur einigen Sectang, Lycopodiaceen, die vielleicht baum-

*) Eine Entdeckung von Miss Mary Anning, welche auch die Coprolithen der Fische zuerst aufgefunden hat. Diese und die Excremente des Ichthyosaurus werden in England (z. B. bei Lyme Regis) in solcher Menge gefunden, daß sie nach Buckland's Ausdruck wie Kartoffeln auf dem Boden zerstreut liegen. Vergl. Buckland, Geology considered with reference to Natural Theology Vol. I. p. 188—202 und 305. Ueber Hooke's

Hoffnung, to raise a chronology aus dem bloßen Studium zerbrochener und versteinelter Muschelschalen, and to state the intervals of the time, wherein such or such catastrophes and mutations have happened, f. Posth. Works, Lecture Feb. 29, 1688.

†) Leep. von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem J. 1837 S. 64.

artig waren, Equisetaceen und tropische Farn; aber von den thierischen Organismen finden wir sonderbar zusammen Crustaceen (Trilobiten mit Megalogen und Calymenen), Brachiopoden (Spirifer, Orthis), die zierlichen Sphäreniten, welche den Trinoiden nahe stehen *), Orthoceratiten aus den Cephalopoden, Stein-Corallen, und mit diesen niedern Organismen schon Fische von wunderbarer Gestalt in oberen silurischen Schichten. Die schwergepanzerte Familie der Cephalaspiden, aus welcher Fragmente der Gattung Pterichthys lange für Trilobiten gehalten wurden, gehören dem devonischen Gebilde (Old Red) ausschließlich an; und zeigen, nach Agassiz, in der Reihe der Fischformen einen so eigenthümlichen Typus als Ichthyosaurus und Plesiosaurus unter den Reptilien †). Aus der Gruppe der Ammoniten beginnen die Goniatiten ‡) ebenfalls in dem Uebergangskalk und der Grauwacke der devonischen Schichten, ja selbst in den letzten silurischen.

Die Abhängigkeit physiologischer Abstufung von dem Alter der Formationen, welche bisher in der Lagerung der wirbellosten Thiere wenig erkannt worden ist ||), offenbart sich auf das regelmässigste in den Vertebraten oder Wirbelthieren selbst. Die ältesten unter diesen sind, wie wir eben gesehen, die Fische; dann folgen nach der Reihe der Formationen, von den unteren zu den oberen übergehend, Reptilien und Säugethiere. Das erste Reptil (ein Saurier, Monitor nach Cuvier), das schon die Aufmerksamkeit von Leibnitz ¶) anregte, zeigt sich im Kupferschieferflöz des Zechsteins in Thüringen; mit ihm von gleichem Alter, nach Murchison, Paläosaurus und Thecodontosaurus von Bristol. Die Saurier nehmen zu im Muschelkalk**), im Keuper und in der Juraformation, wo sie ihr Maximum erreichen. Zur Zeit dieser Formation lebten: Plesiosaurus mit 30 Wirbel langem Schwanenhalse, der Megalosaurus, ein crocodilartiges Ungeheuer von 45 Fuß Länge und mit Fußknochen wie ein schweres Landsäugethier, 8 Arten großäugiger Ichthyosaurus, der Geosaurus oder Sommering's Lacerta gigantea, endlich 7 scheußlich wunderbare Pterodactylen ††) oder Saurier mit einer Flughaut. In der Kreide nimmt die Zahl der crocodilartigen Saurier schon ab; doch bezeichnen diese Epoche das sogenannte Crocodil von Mastricht (Mosaosaurus von Conybeare) und das coelestale, vielleicht grasfressende Iguanodon. Thiere, die zum jetzigen Geschlechte der Crocodile gehören, hat Cuvier bis in die Tertiärformation aufsteigen sehen; ja Scheuchzer's Sündfluth-Mensch (homo diluvii testis), ein großer Salamander, mit dem Uroloth verwandt, welchen ich aus den Seen um Mexico mitgebracht, gehört der neuesten Süßwasser-Formation von Deningen an.

Das relative Alter der Organismen, durch die Auflagerung der Gebirgsschichten bestimmt, hat zu wichtigen Resultaten über die Verhältnisse geführt, welche zwischen den untergegangenen und noch lebenden Geschlechtern und Arten (letzte, die Arten, in sehr geringer Zahl) erkannt werden. Alte und neue Beobachtungen erweisen, daß die Floren und Faunen um so verschiedener von den jetzigen Gestalten der Pflanzen und Thiere sind, als die Sedimentformationen zu den unteren, d. h. älteren, gehören. Die numerischen Verhältnisse, welche diese große von Cuvier ‡‡) zuerst aufgeklärte Wechselerscheinung des organischen

*) Derselbe, Gebirgsformationen von Rußland 1840 S. 24—40.

†) Agassiz, Monographie des Poissons fossiles du Vieux Grès Rouge p. VI und 4.

‡) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 149—168; Beyrich, Beitr. zur Kenntniß des Rheinischen Uebergangsgebirges 1837 S. 45.

||) Agassiz, Recherches sur les Poissons fossiles T. I. Introd. p. XVIII (Davy, Consolations in Travel Dial. III).

¶) Nach Hermann von Meyer ein Protosaurus. Die Rippe eines Sauriers, die angeblich dem Bergkalk (Muschelkalkstein) von Northumberland angehört (Herm. von Meyer, Palaeologia S. 299), ist nach Lyell (Geology 1832 Vol. I. p. 148) sehr zweifelhaft. Der Entdecker selbst schreibt sie Alluvialschichten zu, welche den Bergkalk bedecken.

**) F. von Alberti, Monographie des Bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers 1834 S. 119 und 314.

††) Siehe die scharfsinnigen Betrachtungen von Hermann v. Meyer über die Organisation der fliegenden Saurier in Palaeologia S. 228—252. Auf dem versteinerten Exemplar des Pterodactylus crassirostris, welcher wie der länger berühmte P. longirostris (Ornithocephalus, Sommering) zu Solenhofen im lithographischen Schiefer der oberen Juraformation gefunden worden ist, hat Professor Goldfuß selbst Spuren der Flughäute „mit den Abdrücken der gekrümmten fiedrigen, hier und da zolllangen Haare des Felles“ entdeckt.

‡‡) Cuvier, Recherches sur les Ossements fossiles T. I. p. LII—LVII (vergl. auch die geologische Zeit-Scale in Phillips, Geology 1837 p. 166—185).

Lebens darbietet, haben besonders in den verschiedenen Gruppen der Tertiärformation, die eine beträchtliche Masse genau untersuchter Gebilde enthalten, durch die verdienstvolle Arbeit von Deshayes und Lyell zu entscheidenden Ergebnissen geleitet. Agassiz, der von 1700 Arten fossiler Fische Kenntniß genommen, und die Zahl der lebenden Arten, welche beschrieben sind oder in Sammlungen aufbewahrt werden, auf 8000 schätzt, sagt mit Bestimmtheit in seinem Meisterwerke: „daß er mit Ausnahme eines einzigen kleinen, den Thongeeßen von Grönland eigenthümlichen fossilen Fisches, in allen Transitions-, Flöz- und Tertiär-schichten kein Thier dieser Classe gefunden habe, das specifisch identisch mit einem jetzt noch lebenden Fische wäre;“ er fügt die wichtige Bemerkung hinzu: „daß in den unteren Tertiärgebilden, z. B. im Grottkalk und London Clay, $\frac{1}{3}$ der fossilen Fische bereits ganz untergegangenen Geschlechtern zugehöre; unter der Kreide sei kein einziges Fischgeschlecht der heutigen Zeit mehr zu finden, und die wunderbare Familie der Sauroiden (Fische mit Schmelzschuppen, die in der Bildung sich fast den Reptilien nähern und von der Koblenformation, in welcher die größten Arten liegen, bis zu der Kreide vereinzelt aufstiegen) verhalte sich zu den beiden Geschlechtern (Lepidosteus und Polypterus), welche die amerikanischen Flüsse und den Nil bevölkern, wie unsere jetzigen Elephanten und Tapire zu den Mastodonten und Anaplothieren der Urwelt*.)“

Kreideschichten aber, welche noch zwei dieser Sauroiden-Fische, und riesenhafte Reptilien, wie eine ganz bereits untergegangene Welt von Corallen und Muscheln darbieten, sind, nach Ehrenberg's schöner Entdeckung, aus microscopischen Polythalamien zusammengesetzt, deren viele noch heute in unseren Meeren, und zwar in mittleren Breiten, in der Nord- und Ostsee, leben. Die erste Gruppe der Tertiärformation über der Kreide, eine Gruppe, die man sich gewöhnt hätte durch den Namen: Schichten der Cocän-Periode zu bezeichnen, verdient also eigentlich diesen Namen nicht — „da die Morgendämmerung der mit uns lebenden Natur viel tiefer in die Geschichte der Erde reicht, als man bisher geglaubt hatte“.)“

Wie die Fische, die ältesten aller Wirbeltiere, schon in silurischen Transitionschichten sich zeigen und dann ununterbrochen durch alle Formationen durchgehen, bis in die Schichten der tertiären Zeit; wie wir die Saurier mit dem Jochstein haben beginnen sehn: so finden sich die ersten Säugethiere (Thylacotherium Prevostii und T. Bucklandi, nach Valenciennes †) mit den Beuteltieren nahe verwandt) in der Juraformation (dem Etnessfeld-Schiefer), und der erste Vogel in den älteren Kreidegebilden ||). Das sind nach unserm jetzigen Wissen die unteren Grenzen der Fische, der Saurier, der Säugethiere und der Vögel.

Wenn aber auch von den wirbellofen Thieren in den ältesten Formationen Stein-Corallen und Serpuliten mit sehr ausgebildeten Cephalopoden und Crustaceen gleichzeitig, also die verschiedensten Ordnungen unabgeordnet erscheinen, so sind dagegen in vielen einzelnen Gruppen derselben Ordnung sehr bestimmte Geseze entdeckt worden. Muschel-Versteinerungen derselben Art, Goniatiten, Trilobiten und Nummuliten bilden ganze Berge. Wo verschiedene Geschlechter gemengt sind, ist nicht bloß oft eine bestimmte Reihenfolge der Organismen nach Verhältniß der Auflagerung der Formationen erkannt worden; man hat auch in den untergeordneten Schichten derselben Formation die Association gewisser Geschlechter und Arten beobachtet. Durch die scharfsinnige Auffindung der Geseze der Lobenstellung hat Leopold von Buch die Unzahl der Ammoniten in wohl gesonderte Familien getheilt, und erwiesen, wie die Ceratiten dem Muschelskalk, die Bidder (Arietes)

*) Agassiz, Poissons fossiles T. I. p. XXX und T. III. p. 1—52: Budland Geology Vol. I. p. 273—277.

†) Ehrenberg über noch jetzt lebende Thierarten der Kreidebildung in den Abhandl. der Berliner Akad. aus dem J. 1839 S. 164.

‡) Valenciennes in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. VII. 1838 P. II. p. 580.

||) Im Weald-Clay; Beubant, Géologie p. 173. Die Druitholiten nehmen zu im Gyps der Tertiärformation (Cuvier, Ossemens fossiles T. III. p. 302 —328.)

dem Lias, die Goniatiten dem Transitions-Kalkstein und der Grauwacke angehören*). Belemniten haben ihre untere Grenze †) im Keuper, den der Jurakalkstein bedeckt, ihre obere in der Kreide. Die Wasser sind zu denselben Epochen in weit von einander entfernten Weltgegenden durch Schalthiere belebt gewesen, die wenigstens theilweise, wie man heute bestimmt weiß, identisch mit den in Europa fossilen waren. Leopold von Buch hat aus der südlichen Hemisphäre (Vulkan Maipo in Chili) Erogyren und Trigonten, d'Orbigny hat aus dem Himalaya-Gebirge und den indischen Ebenen von Cutch Ammoniten und Grapheen bezeichnet, der Art nach genau identisch mit denen, welche aus dem alten Jura meer in Deutschland und Frankreich abgeseht worden sind.

Gebirgschichten, ausgezeichnet durch bestimmte Arten der Petrefacte oder durch bestimmte Geschiebe, die sie enthalten, bilden einen geognostischen Horizont, nach welchem der forschende Geognost, wo er zweifelhaft bleibt, sich orientiren kann, und dessen Verfolgung sichere Aufschlüsse gewährt über die Identität oder das relative Alter der Formationen, über die periodische Wiederkehr gewisser Schichten, ihren Parallelismus oder ihre gänzliche Suppression (Verkümmerung). Wenn man so den Typus der Sediment-Gebilde in der größten Einfachheit seiner Verallgemeinerung auffassen will, so folgen von unten nach oben:

- 1) das sogenannte Uebergangs-Gebirge in den zwei Abtheilungen unterer und oberer Grauwacke (silurischer und devonischer Schichten), letztere vormalig als alter rother Sandstein bezeichnet;
- 2) die untere Trias ‡), als Bergkalk, Steinkohlengebirge sammt Todtliegendem, und Zechstein;
- 3) die obere Trias, als bunter Sandstein ||), Muschelkalk und Keuper;
- 4) der Jurakalk (Lias und Dolithen);
- 5) Quadersandstein, untere und obere Kreide, als die letzte der Flözschichten, welche mit dem Bergkalk beginnen;
- 6) Tertiär-Gebilde in drei Abtheilungen, die durch Grobkalk, Braunkohle und Sub-Apenninen-Gerölle bezeichnet werden.

Im Schuttlande folgen dann die riesenmäßigen Knochen vorweltlicher Säugethiere: Mastodonten, Dinotherium, Mammuth, und die Megatheriden, unter denen Owen's faulthier-artiger Mylodon 11 Fuß Länge erreicht. Zu diesen vorweltlichen Geschlechtern gesellen sich die fossilen Reste jetzt lebender Thiere: Elephant, Rhinoceros, Nash, Pferd, und Hirsch. Das mit Mastodonten-Knochen überfüllte Feld bei Bogota (Campo de Gigantes), in dem ich sorgfältig graben ließ ¶), liegt 8200 Fuß über dem Meerespiegel; und in den Hochebenen von Mexico gehören die gefundenen Beine untergegangenen Arten wahrer Elephanten an. So wie die, gewiß zu sehr ungleichen Epochen gehobene Andeskette, enthalten auch die Vorgebirge des Himalaya (die Sewalik-Hügel, welche der Capitän Gaultey und Dr. Falconer so eifrig durchsucht haben) neben den zahlreichen Mastodonten, dem Sivatherium und der riesenhaften, 12 Fuß langen und 6 Fuß hohen Landschildkröte der

*) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1830 S. 135—187.

†) Duensteb, Flözgebirge Württembergs 1843 S. 135.

‡) Derselbe S. 13.

||) Murchison theilt den bunten Sandstein in zwei Abtheilungen, deren obere der Trias von Alberti verbleibt, während er aus der unteren, zu welcher der Vogesen-Sandstein von Elie de Beaumont gehört, aus dem Roststein und Todtliegenden sein permisches System bildet. Mit der oberen Trias, d. h. mit der oberen Abtheilung unseres bunten Sandsteins, beginnen ihm erst die secundären Formationen; das permische System, der Kohlenkalk oder Bergkalk, die devonischen und silurischen Schichten sind ihm paläozo-

ische Gebilde. Nach diesen Ansichten heißen Kreide und Jura die oberen, Keuper, Muschelkalk und der bunte Sandstein die unteren secundären Formationen; das permische System und der Kohlenkalk heißen das obere, die devonischen und silurischen Schichten zusammen das untere paläozoische Gebilde. Die Fundamente dieser allgemeinen Classification finden sich in dem großen Werke entwickelt, in welchem der unermüdete britische Geognost einen großen Theil des ganzen östlichen Europa's darstellen wird.

¶) Cuvier, Ossements fossiles 1821 T. I. p. 157, 261 und 264. (Vergl. Humboldt über die Hochebene von Bogota in der Deutschen Vierteljahrs-Schrift 1839 Bd. I. S. 117.)

Vorwelt (Colossochelys) Geschlechter unserer Zeit: Elephanten, Rhinoceros und Giraffen; ja, was sehr zu beachten ist, in einer Zone, die heute noch dasselbe tropische Klima genießt, welches man zur Zeit der Mastodonten vermuthen darf*).

Nachdem wir die anorganischen Bildungsstufen der Erdrinde mit den thierischen Nesten verglichen haben, welche in derselben begraben liegen, bleibt uns noch übrig einen andern Theil der Geschichte des organischen Lebens zu berühren: den der Vegetations-Epochen, der mit der zunehmenden Größe des trocknen Landes und den Modificationen der Atmosphäre wechselnden Floren. Die ältesten Transitionsschichten zeigen, wie schon oben bemerkt, nur zellige Laubpflanzen des Meeres. Erst in den devonischen Schichten hat man von Gefäßpflanzen einige kryptogamische Formen (Calamiten und Lycopodiaceen) beobachtet†). Nichts scheint zu beweisen, wie man aus theoretischen Ansichten über Einfachheit der ersten Lebensformen hat annehmen wollen, daß das vegetabilische Leben früher als das animalische auf der alten Erde erwacht sei, daß dieses durch jenes bedingt sei. Selbst die Existenz von Menschenstämmen, welche in die eisige Gegend der nordischen Polarländer zurückgebrängt worden sind und allein von Fischfang und Cetaceen leben, mahnt uns an die Möglichkeit der Entbehrung alles Pflanzenstoffes. Nach den devonischen Schichten und dem Bergkalk erscheint ein Gebilde, dessen botanische Zergliederung in der neuesten Zeit so glänzende Fortschritte gemacht hat‡). Die Steinkohlen-Formation umfaßt nicht bloß farnartige kryptogamische Gewächse und phanerogamische Monocotylen (Gräser, yucca-artige Liliengewächse und Palmen), sie enthält auch gymnosperme Dicotyledonen (Coniferen und Cycadeen). Fast 400 Arten sind schon aus der Flor der Steinkohlengebilde bekannt. Wir nennen hier nur die baumartigen Calamiten und Lycopodiaceen, schuppige Lepidobendreen, Sigillarien, bis zu 60 Fuß Länge und bisweilen aufwärts stehend eingewurzelt, und ausgezeichnet durch ein doppeltes Gefäßbündel-System; cactus-ähnliche Stigmarien, eine Anzahl von Farnkräutern, theils als Stämme, theils als Wedel, und durch ihre Menge die noch ganz insuläre Gestalt||) des trocknen Landes andeutend; Cycadeen¶), und besonders Palmen**), in geringer Zahl, Xerophylliten mit quirlförmigen Blättern, den Najaden verwandt, araucarien-artige Coniferen††) mit schwachen Andeutungen von Jahresringen. Die Verschiedenartigkeit des Charakters einer Vegetation, welche auf den trockengelegten und gehobenen Theilen des alten rothen Sandsteins sich üppig entwickelt hat, von der Pflanzenwelt der jetzigen Zeit erhält sich auch in der späteren Vegetationsperiode bis zu den letzten Schichten der Kreide; aber bei großer Fremdartigkeit der Formen zeigt die Steinkohlen-Flora doch eine sehr auffallende einförmige‡‡) Verbreitung derselben Geschlechter (wenn auch nicht immer derselben Arten) in allen Theilen der damaligen Erdoberfläche: in Neu-Holland, Canada, Grönland und Melville's Insel.

Die Vegetation der Vorwelt bietet vorzugsweise solche Gestalten dar, welche durch gleichzeitige Verwandtschaft mit mehreren Familien der jetzigen Welt daran erinnern, daß mit ihr

*) Journal of the Asiatic Society 1844 No. 15 p. 109.

†) Bericht in Karsten's Archiv für Mineralogie 1844 Bb. XVIII. S. 218.

‡) Durch die trefflichen Arbeiten vom Grafen Sternberg, von Adolph Brongniart, Göppert und Lindley.

§) S. Robert Brown, Botany of Congo p. 42, und den unglücklichen d'Urville in dem Memoire: De la distribution des Fougères sur la surface du globe terrestre.

¶) Dahin gehören die vom Grafen Sternberg entdeckten und von Corda beschriebenen Cycadeen aus der alten Steinkohlenformation zu Rabitz in Böhmen (2 Arten Cycadites und Zamites Cordai; s. Göppert, fossile Cycadeen in den Arbeiten der Schles. Gesellschaft für vaterl. Cultur im J. 1843 S. 33, 37, 40 und 50). Auch in der obersteilischen Steinkohlen-Formation zu

Königshütte ist eine Cycadee, Pterophyllum gonorrhachis Goep., gefunden worden.

**) Lindley, Fossil Flora No. 15 p. 163.

††) Fossil Coniferae in Buckland, Geology p. 483—490. Herr Witham hat das große Verdienst, die Existenz der Coniferen in der frühen Vegetation des alten Steinkohlengebildes zuerst erkannt zu haben. Vorwärts wurden fast alle in dieser Formation vorkommenden Holzstämme als Palmen beschrieben. Die Arten der Gattung Araucarioxylon sind aber nicht der Steinkohlenformation der britischen Inseln allein eigenthümlich, sie finden sich auch in Oberschlesien.

‡‡) Adolph Brongniart, Prodrome d'une Hist. des Végétaux fossiles p. 179; Buckland, Geology p. 479; Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik 1843 S. 455.

viele Zwischenglieder organischer Entwicklungsstufen untergegangen sind. So stehen, um nur zwei Beispiele anzuführen, die Arten von *Lepidodendron* nach Lindley zwischen den Coniferen und den *Lycopoditen* *), dahingegen die *Arancariten* und *Piniten* in der Vereinigung der Gefäßbündel etwas fremdartiges zeigen. Bleibt aber auch unsere Betrachtung allein auf die Jetztwelt beschränkt, so ist die Auffindung von Cycadeen und Zapfenbäumen (Coniferen) in der alten Steinkohlen-Flora neben den Sagenarten und dem *Lepidodendron* doch von großer Bedeutung. Die Coniferen haben nämlich nicht bloß Verwandtschaft mit den Cupuliferen und den Betulinen, welchen wir sie in der Braunkohlen-Formation beige stellt haben, sie haben sie auch mit den *Lycopoditen*. Die Familie der sagu-artigen Cycadeen nähert sich im äußeren Ansehen den Palmen, während sie im Bau der Blüthen und Saamen wesentlich mit den Coniferen übereinstimmt †). Wo mehrere Steinkohlenflöze über einander liegen, sind die Geschlechter und Arten nicht immer gemengt, sondern meist geschlechterweise geordnet: so daß *Lycopoditen* und gewisse Farnkräuter sich nur in einem Flöze, und *Stigmarien* und *Sigillarien* in einem anderen finden. Um sich von der Kleppigkeit des Pflanzennwachses der Vorwelt und von der durch Strömungen angehäuften Masse des gewiß ‡) auf nassem Wege in Kohle verwandelten vegetabilischen Stoffes einen Begriff zu machen, muß man sich erinnern, daß in dem Saarbrücker Kohlengebirge 120 Kohlenlagen über einander liegen, die vielen schwachen, bis gegen einen Fuß dicken, ungerechnet; daß es Kohlenflöze von 30, ja zu Johnstone (Schottland) und im Kreuzot (Burgund) von mehr als 50 Fuß Mächtigkeit giebt: Während in der Waldregion unserer gemäßigten Zone die Kohle, welche die Waldbäume eines gegebenen Flächenraums enthalten, diesen Raum in 100 Jahren im Durchschnitt nur mit einer Schicht von 7 Linien Dicke bedecken würde ||). Nahe der Mündung des Mißisippi und in den vom Admiral Wrangel beschriebenen sogenannten hölzernen Bergen des sibirischen Eismeres findet sich noch jetzt eine solche Zahl von Baumstämmen durch Flußverzweigungen und Meeresströme zusammengetrieben, daß die Schichten des Treibholzes an die Vorgänge mahnen können, welche in den Binnenwassern und Inseebuchten der Vorwelt die Erzeugung der Steinkohlenablagerungen veranlaßten. Dazu verdanken diese Ablagerungen gewiß einen beträchtlichen Theil ihres Materials nicht den großen Baumstämmen, sondern kleinen Gräsern, Laubkräutern und niedrigen *Cryptogamen*.

Die Zusammenstellung von Palmen und Coniferen, die wir bereits in dem Steinkohlengebilde bezeichnet haben, geht fort fast durch alle Formationen bis tief in die Tertiär-Periode. In der jetzigen Welt scheinen sie sich eher zu fliehen. Wir haben uns, wenn gleich mit Unrecht, so gewöhnt, alle Coniferen als eine nordische Form zu betrachten: daß ich selbst, von den Küsten der Südsee nach Chilpancingo und den Hochthälern von Mexico aufsteigend, in Erstaunen gerieth, als ich zwischen der Venta de la Moxonera und dem Alto de los Caxones (3800 Fuß über dem Meerespiegel) einen ganzen Tag durch einen dichten

*) „By means of *Lepidodendron* a better passage is established from Flowering to Flowerless Plants than by either *Equisetum* or *Cycas* or any other known genus.“ Lindley und Sutton, *Fossil Flora* Vol. II. p. 53.

†) Kuntz, Anordnung der Pflanzenfamilien in seinem Handb. der Botanik S. 307 und 314.

‡) Daß Steinkohlen nicht durch Feuer verholzte Pflanzenstämme sind, sondern sich wahrscheinlich auf nassem Wege, unter Mitwirkung von Schwefelsäure, gebildet haben, beweist auffallend, nach Göppert's scharfsinniger Beobachtung (Karsten, Archiv für Mineralogie Bd. XVIII. S. 530), ein Stück in schwarze Kohle verwandelten Bernsteinbaumes. Die Kohle liegt dicht neben dem ganz unzerfetzten Bernstein. Ueber den Antheil, den niedrige Gewächse an der Bildung der Kohlenflöze haben können, s. Link in den Abhandl. der Berliner Akademie der Wissenschaften 1838 S. 38.

||) S. die genaue Arbeit von Chevandier in den *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* 1844. T. XVIII. P. 1. p. 285. Um die 7 Linien dicke Schicht Kohlenstoff mit den Steinkohlenflözen zu vergleichen, muß man noch auf den ungeheuren Druck Rücksicht nehmen, welchen diese Flöze von dem darüber liegenden Gestein erleiden und welcher sich meist in der abgeplatteten Gestalt der unterirdischen Baumstämme offenbart. „Die sogenannten hölzernen Berge an dem südlichen Ufer der 1806 von Siowatskoi entdeckten Insel Neu-Sibirien bestehen nach Hedenström in einer Höhe von 30 Faden aus horizontalen Schichten von Sandstein, die mit bituminösen Baumstämmen abwechseln. Auf dem Gipfel der Berge stehen die Stämme senkrecht. Die Schicht voll Treibholz ist 5 Werste lang sichtbar.“ Wrangel, Reise längs der Nordküste von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. I. S. 102.

Wald von *Pinus occidentalis* ritt, in welchem dieser, der Weimuthsfläche so ähnliche Zapfenbaum einer, mit vielfarbigen Papageien bedeckten Fächerpalme*) (*Corypha dulcis*) beigelegt war. Südamerika nährt Eichen, aber keine einzige Pinusart; und das erste Mal, als ich wieder die heimische Gestalt einer Tanne sah, erschien sie mir in der entfernenden Nähe einer Fächerpalme. Auch im nordöstlichsten Ende der Insel Cuba†), ebenfalls unter den Tropen, doch kaum über dem Meerespiegel erhoben, sah auf seiner ersten Entdeckungsreise Christoph Columbus Coniferen und Palmen zusammen wachsen. Der sinnige, alles beachtende Mann merkt es, als eine Sonderbarkeit, in seinem Reisejournal an, und sein Freund Aughtera, der Secretär Ferdinands des Catholischen, sagt mit Verwunderung, „daß in dem neu aufgefundenen Lande man *palmeta* und *pineta* beisammen fände.“ Es ist für die Geologie von großem Interesse, die jetzige Vertheilung der Pflanzen auf dem Erdboden mit der zu vergleichen, welche die Floren der Vorwelt offenbaren. Die temperirte Zone der wasser- und insektenreichen südlichen Hemisphäre, in welcher Tropenformen sich wunderbar unter die Formen kälterer Erdschichten mischen, bietet nach Darwin's schönen, lebensfrischen Schilderungen‡) die belehrendsten Beispiele für alte und neue, vorweltliche und dermalige Pflanzengeographie. Die vorweltliche ist im eigentlichen Sinne des Wortes ein Theil der Pflanzengeschichte.

Die Cycadeen, welche der Zahl der Arten nach in der Vorwelt eine weit wichtigere Rolle als in der jetzigen spielten, begleiteten die ihnen verwandten Coniferen von dem Steinkohlengebilde aufwärts. Sie fehlen fast gänzlich in der Epoche des bunten Sandsteins, in der Coniferen von seltener Bildung (*Voltzia*, *Haidingeria*, *Albertia*) üppig wachsen; die Cycadeen erlangen aber ihr Maximum in den Keuperfichten und dem Lias, wo an 20 verschiedene Formen auftreten. In der Kreide herrschen Meerespflanzen und Najaden. Die Cycadeenwälder der Juraformation sind dann längst erschöpft, und selbst in den älteren Tertiärgebilden bleiben sie tief hinter den Coniferen und Palmen zurück||).

Die Ligniten oder Braunkohlen-Schichten, die in allen Abtheilungen der Tertiärperiode vorhanden sind, zeigen in den frühesten kryptogamische Landpflanzen, einige Palmen, viel Coniferen mit deutlichen Jahresringen, und Laubbölzer von mehr oder minder tropischem Charakter. In der mittleren tertiären Periode bemerkt man das völlige Zurücktreten der Palmen und Cycadeen, in der letzten endlich eine große Aehnlichkeit mit der gegenwärtigen Flora. Es erscheinen plötzlich und in Fülle unsere Fichten und Tannen, unsere Cupuliferen, Ahorn und Pappeln. Die Dicotylen-Stämme der Braunkohle zeichnen sich bisweilen durch riesenmäßige Dicke und hohes Alter aus. Bei Bonn wurde ein Stamm gefunden, in dem Röggerath 792 Jahresringe¶) zählte. Im nördlichen Frankreich bei Isleux (unfern Abbeville) sind im Torfmoor der Somme Eichen von 14 Fuß Durchmesser entdeckt: eine Dicke, die im Alten Continent außerhalb der Wendekreise sehr auffallend ist. Nach Göppert's gründlichen Untersuchungen, welche hoffentlich bald durch Kupfer tafeln erläutert erscheinen werden, „kommt aller baltische Bernstein von einer Conifere, die, wie

*) Diese *Corypha* ist die *Soyate* (aztekisch *zoyatl*) oder *Palma dulce* der Eingebornen; s. Humboldt und Bonpland, *Synopsis Plant. aequinoct.* Orbis Novi T. I. p. 302. Ein tiefer Kenner der amerikanischen Sprachen, Professor Buchmann, bemerkt, daß die *Palma soyate* auch in *Yepes Vocabulario de la Lengua Othomi* genannt wird und daß das aztekische Wort *zoyatl* (*Molina*, *Vocabulario en lengua mexicana y castellana* p. 25) sich in Ortsnamen *Zoyatlitan* und *Zoyapanco* bei Chiapa wiederfindet.

†) Bei Baracoa und Cayos de Moa; s. Tagebuch des Admirals vom 25. und 27. November 1492 und Humboldt, *Examen critique de l'hist. de la Géogr. du Nouveau Continent* T. II. p. 252 und T. III. p. 23. Columbus ist so aufmerksam auf alle Naturgegenstände, daß er schon und zwar zuerst *Podocarpus* von *Pinus* unterscheidet. Ich finde, sagt er: „en la tierra aspera del

Cibao pinos que no llevan piñas (Tannenzapfen), pero por tal orden compuestos por naturaleza, que (los frutos) parecen azeitunas del Axarafe de Sevilla.“ Der große Pflanzenkenner Richard, als er seine treffliche Abhandlung über Cycadeen und Coniferen herausgab, hatte nicht geahnet, daß vor L'Heritier schon am Ende des 15ten Jahrhunderts *Podocarpus* von den *Abietinen* durch einen Seefahrer getrennt worden sei.

‡) Charles Darwin, *Journal of the Voyages or the Adventure and Beagle* 1839 p. 271.

||) Göppert beschreibt noch drei Cycadeen (Arten von *Cycadites* und *Pterophyllum*) aus dem Braunkohlen-Schiefersthon von Alfattel und Commotau in Böhmen, vielleicht aus der Eocänperiode (Göppert in der Ann. S. 146 § angeführten Schrift S. 61).

¶) Buchland, *Geology* p. 509.

die vorhandenen Reste des Holzes und der Rinde in verschiedenen Alterszuständen beweisen, unserer Weiß- und Rothtanne am nächsten kam, aber eine eigene Art bildete. Der Bernsteinbaum der Vornwelt (*Pinitos succifer*) hatte einen Harzreichtum, welcher mit dem keiner Conifere der Jetztwelt zu vergleichen ist: da nicht bloß in und auf der Rinde, sondern auch im Holze nach dem Verlauf der Markstrahlen, die, wie die Holzzellen, unter dem Microscope noch deutlich zu erkennen sind, wie peripherisch zwischen den Holzringen große Massen Bernsteinharz, bisweilen weißer und gelber Farbe zugleich, abgelagert sind. Unter den im Bernstein eingeschlossenen Vegetabilien finden sich männliche und weibliche Blüthen von heimischem Nadelholz und Cupuliferen, aber deutliche Fragmente von *Thuja*, *Cupressus*, *Ephedra* und *Castania vesca*, mit Wachholder und Tannen gemengt, deuten auf eine Vegetation, welche nicht die unsrer Ostseeküsten und der baltischen Ebene ist.“

In dem geologischen Theile des Naturgemäldes sind wir nun die ganze Reihe der Bildungen von dem ältesten Eruptionsgestein und den ältesten Sedimentbildungen an bis zu dem Schuttlande durchlaufen, auf welchem die großen Felsblöcke liegen, über deren Verbreitungs-Ursache noch lange gestritten werden wird, die wir aber geneigt sind minder tragenden Eiszschollen, als dem Durchbruch und Herabsturz zurückgehaltener Wassermassen bei Hebung der Gebirgsketten zuzuschreiben *). Das älteste Gebilde der Transitions-Formation, das wir kennen gelernt, sind Schiefer und Grauwacke, welche einige Reste von Seetang einschließen aus dem silurischen, einst cambrischen Meere. Worauf ruhte dies sogenannte älteste Gebilde, wenn Gneiß und Glimmerschiefer nur als umgewandelte Sedimentschichten betrachtet werden müssen? Soll man eine Vermuthung wagen über das, was nicht Gegenstand einer wirklichen geognostischen Beobachtung sein kann? Nach einer indischen Urmythe trägt ein Elefant die Erde; er selbst, damit er nicht falle, wird wiederum von einer Riesen-Schildkröte getragen. Worauf die Schildkröte ruhe, ist den gläubigen Brahminen nicht zu fragen erlaubt. Wir wagen uns hier an ein ähnliches Problem, wenn auch mannigfaltigen Tadel der Lösung gewärtig. Bei der ersten Bildung der Planeten, wie wir sie in dem astronomischen Theile des Naturgemäldes wahrscheinlich gemacht, wurden dunstförmige, um die Sonne circultrende Ringe in Kugeln gehalten, die von außen nach innen allmählig erstarrten. Was wir die älteren silurischen Schichten nennen, sind nur obere Theile der festen Erdrinde. Das Eruptionsgestein, das wir diese durchbrechen und heben sehen, steigt aus uns unzugänglicher Tiefe empor; es existirt demnach schon unter den silurischen Schichten, aus derselben Association von Mineralien zusammengesetzt, die wir als Gebirgsarten, da wo sie durch den Ausbruch uns sichtbar werden, Granit, Aagitfels oder Quarzporphyr nennen. Auf Analogien gestützt, dürfen wir annehmen, daß das, was welte Spalten gleichsam gangartig ausfüllt und die Sedimentschichten durchbricht, nur Zweige eines unteren Lagers sind. Aus den größten Tiefen wirken die noch thätigen Vulkane; und nach den seltenen Fragmenten zu urtheilen, die ich in sehr verschiedenen Erdstrichen in den Lavaströmen habe eingeschlossen gefunden, halte auch ich es für mehr als wahrscheinlich, daß ein uranfängliches Granitgestein die Unterlage †) des großen, mit so vielen organischen Resten angefüllten Schichtenbaues sei. Wenn olivinführende Basalte sich erst in der Kreide-Epoche, Trachyte noch später sich zeigen, so gehören die Ausbrüche des Granits dagegen, wie auch die Producte der Metamorphose es lehren, in die Epoche der ältesten Sedimentschichten der Transitions-Formation. Wo die Erkenntniß nicht aus der unmittelbaren Sinnesanschauung erwachsen kann, ist es wohl erlaubt, auch nach bloßer Induction, wie nach sorgfältiger Vergleichung der Thatfachen

*) Pécovolt von Buch in den Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin aus den J. 1814—1815 S. 161 und in Poggenborff's Annalen Ab. IX. S. 575; Elie de Beaumont in den Annales des Sciences nat. T. XIX. p. 60.

†) Vergl. Elie de Beaumont, Deser. géol. de la France T. I. p. 65; Deudant, Géologie 1844 p. 209.

eine Vermuthung aufzustellen, die dem alten Granit einen Theil der bedrohten Rechte und den Ruhm der Urangänglichkeit wiedergiebt.

Die neueren Fortschritte der Geognosie, d. i. die erweiterte Kenntniß von den geognostischen Epochen, welche durch die mineralogische Verschiedenheit der Gebirgsformationen, durch die Eigenthümlichkeit und Reihefolge der Organismen, die sie enthalten, durch die Lagerung (Aufrichtung oder ungestörte Horizontalität der Schichten) charakterisirt werden; leiten uns, dem inneren Causalzusammenhang der Erscheinungen folgend, auf die räumliche Vertheilung der Feste und des Flüssigen, der Continente und der Meere, welche die Oberfläche unsers Planeten bilden. Wir deuten hier auf einen Verbindungspunkt zwischen der erdgeschichtlichen und der geographischen Geognosie, auf die Totalbetrachtung der Gestalt und Gliederung der Continente. Die Umgrenzung des Starren durch das Flüssige, das Areal-Verhältniß des einen zum anderen ist sehr verschieden gewesen in der langen Reihefolge der geognostischen Epochen: je nachdem Steinkohlenschichten sich horizontal an die aufgerichteten Schichten von Bergkalk und alten rothen Sandstein; Lias und Jura sich an das Gestade von Keuper und Muschelkalk; Kreide sich an die Abhänge von Grünsand und Jurakalk sedimentarisch angelehnt haben. Nennt man nun mit Elie de Beaumont Jura- und Kreide-Meere die Wasser, unter denen sich Jurakalk und Kreide schlammartig niederschlagen, so bezeichnen die Umrisse der eben genannten Formationen für zwei Epochen die Grenze zwischen dem noch steinbildenden Ocean und der schon trockengelegten Feste. Man hat den sinnreichen Gedanken gehabt, Karten für diesen physischen Theil der alten Geographie zu entwerfen: Karten, die vielleicht sicherer sind als die der Wanderungen der Io oder der homerischen Geographie. Die letzteren stellen Meinungen, mythische Gebilde graphisch dar; die ersteren Thatsachen der positiven Formationslehre.

Das Resultat der Untersuchungen über die Raumverhältnisse des trocknen Areals ist: daß in den frühesten Zeiten, in der silurischen und devonischen Transitions-Epoche, wie in der ersten Flözzeit, über die Trias hinaus, der continentale, mit Landpflanzen bedeckte Boden auf einzelne Inseln beschränkt war; daß diese Inseln sich in späteren Epochen mit einander vereinigten und längs tiefeingeschnittener Meerbusen viele Landseen umschlossen; daß endlich, als die Gebirgsketten der Pyrenäen, der Apenninen, und die Karpathen emporstiegen, also gegen die Zeit der älteren Tertiärschichten, große Continente fast schon in ihrer jetzigen Größe erschienen. In der silurischen Welt, wie in der Epoche der Cycadeen-Bäume und riesenartiger Saurier mochte, von Pol zu Pol, des trocknen Landes wohl weniger sein als zu unsrer Zeit in der Südsee und in dem indischen Meere. Wie diese überwiegende Wassermenge in Gemeinschaft mit anderen Ursachen zur Erhöhung der Temperatur und zu größerer Gleichmäßigkeit der Klimate beigetragen hat, wird später entwickelt werden. Hier muß nur noch in der Betrachtung der allmähigen Vergrößerung (Agglutination) der gehobenen trocknen Erdstriche bemerkt werden, daß kurz vor den Umwälzungen, welche, nach kürzeren oder längeren Pausen, in der Diluvial-Periode den plötzlichen Untergang so vieler riesenartigen Wirbelthiere herbeigeführt haben, ein Theil der jetzigen Continentalmassen doch schon vollkommen von einander getrennt waren. Es herrscht in Südamerika und in den Australländern eine große Aehnlichkeit zwischen den dort lebenden und den untergegangenen Thieren. In Neu-Holland hat man fossile Nester von Känguruh, in Neu-Seeland halb fossile Knochen eines ungeheuren strauchartigen Vogels, Owen's Dinornis, entdeckt, welcher nahe mit der jetzigen Apteryx, wenig aber mit dem erst spät untergegangenen Dronte (Dodo) von der Insel Rodriguez verwandt ist.

Die derzeitige Gestaltung der Continente verdankt vielleicht größtentheils ihre Hebung über dem umgebenden Wasserspiegel der Eruption der Quarzporphyre: einer Eruption, welche die erste große Landflur, das Material des Steinkohlengebirges, so gewaltsam erschüttelt hat. Was wir Flachland der Continente nennen, sind aber nur die breiten Rücken

von Hügeln und Gebirgen, deren Fuß in dem Meeresboden liegt. Jedes Flachland ist nach seinen submarinischen Verhältnissen eine Hochebene, deren Unebenheiten durch neue Sedimentformationen in horizontaler Lage abgesezt, wie durch angeschwemmtes Schuttland verdeckt werden.

Unter den allgemeinen Betrachtungen, die in ein Naturgemälde gehören, nimmt den ersten Rang ein die Quantität der über dem Meeresspiegel hervorragenden und gehobenen Feste; dieser Bestimmung des räumlichen Maafes folgt dann die Betrachtung der individuellen Gestaltung in horizontaler Ausdehnung (Gliederungs-Verhältnisse) oder in senkrechter Erhebung (hypsometrische Verhältnisse der Gebirgsketten). Unser Planet hat zwei Umhüllungen: eine allgemeine, den Luftkreis, als elastische Flüssigkeit; und eine particuläre, nur local verbreitete, die Feste umgrenzende und dadurch ihre Figur bedingende, das Meer. Beide Umhüllungen des Planeten, Luft und Meer, bilden ein Naturganzes, welches der Erdoberfläche die Verschiedenheit der Klimate giebt: nach Maafgabe der relativen Ausdehnung von Meer und Land, der Gliederung und Orientirung der Feste, der Richtung und Höhe der Gebirgsketten. Aus dieser Kenntniß der gegenseitigen Einwirkung von Luft, Meer und Land ergibt sich, daß große meteorologische Phänomene, von geognostischen Betrachtungen getrennt, nicht verstanden werden können. Die Meteorologie, wie die Geographie der Pflanzen und Thiere haben erst begonnen einige Fortschritte zu machen, seitdem man sich von der gegenseitigen Abhängigkeit der zu ergründenden Erscheinungen überzeugt hat. Das Wort Klima bezeichnet allerdings zuerst eine specifische Beschaffenheit des Luftkreises; aber diese Beschaffenheit ist abhängig von dem perpetuirlichen Zusammenwirken einer all- und tiefbewegten, durch Strömungen von ganz entgegengesetzter Temperatur durchfurchten Meeresfläche mit der wärmestrahrenden trocknen Erde, die mannigfaltig gegliedert, erhöht, gefärbt, nackt oder mit Wald und Kräutern bedeckt ist.

In dem jetzigen Zustande der Oberfläche unsers Planeten verhält sich das Areal der Feste zu dem des Flüssigen wie 1 zu $2\frac{1}{5}$ (nach Rigaud *) wie 100 : 270). Die Inseln bilden dermalen kaum $\frac{1}{3}$ der Continentalmassen. Letztere sind so ungleich vertheilt, daß sie auf der nördlichen Halbkugel dreimal so viel Land darbieten als auf der südlichen. Die südliche Hemisphäre ist also recht eigentlich vorherrschend oceanisch. Von 40° südlicher Breite an gegen den antarctischen Pol hin ist die Erdrinde fast ganz mit Wasser bedeckt. Eben so vorherrschend, und nur von sparsamen Inselgruppen unterbrochen, ist das flüssige Element zwischen der Ostküste der Alten und der Westküste der Neuen Welt. Der gelehrte Hydrograph Fleurieu hat dieses weite Meerbecken mit Recht zum Unterschiede aller anderen Meere den Großen Ocean genannt. Es nimmt derselbe unter den Wendekreisen einen Raum von 145 Längengraden ein. Die südliche und westliche Hemisphäre (westlich vom Meridian von Teneriffa aus gerechnet) sind also die wasserreichsten Regionen der ganzen Erdoberfläche.

Dies sind die Hauptmomente der Betrachtung über die relative Quantität des Festlandes und der Meere; ein Verhältniß, das auf die Vertheilung der Temperatur, den veränderten Luftdruck, die Windesrichtung und den, die Vegetationskraft wesentlich bestimmenden Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre so mächtig einwirkt. Wenn man bedenkt, daß fast $\frac{3}{4}$ der Oberfläche †) des Planeten mit Wasser bedeckt sind, so ist man minder verwundert über den unvollkommenen Zustand der Meteorologie bis zu dem Anfange des jetzigen

*) Transactions of the Cambridge Philosophical Society Vol. VI. P. 2. 1837 p. 297. Nach Anderen wie 100 : 284.

†) Im Mittelalter herrschte die Meinung, daß die Meere nur den siebenten Theil der Erdoberfläche bedeckten; eine Meinung, welche der Cardinal d'Ally (Imago Mundi cap. 8) auf das apocryphische 4te Buch

Esa gründete. Columbus, der seine cosmologischen Kenntnisse immer aus den Werken des Cardinals schöpfte, hatte ein großes Interesse, diese Meinung von der Kleinheit der Meere, zu welcher wohl auch der mißverständliche Ausdruck des „Flusses Ocean“ beitrug, zu vertheidigen. Vergl. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. I. p. 186.

Jahrhunderts: einer Epoche, in welcher zuerst eine beträchtliche Masse genauer Beobachtungen über die Temperatur des Meeres unter verschiedenen Breiten und in verschiedenen Jahreszeiten erlangt und numerisch mit einander verglichen wurden.

Die horizontale Gestalt des Festlandes in seinen allgemeinsten Verhältnissen der Ausdehnung ist schon in frühen Zeiten des griechischen Alterthums ein Gegenstand sinnreicher Betrachtungen gewesen. Man suchte das Maximum der Ausdehnung von Westen nach Osten, und Dicäarchus nach dem Zeugniß des Agathemerus fand es in der Breite von Rhodos, in der Richtung von den Säulen des Hercules bis Thina. Das ist die Linie, welche man den Parallel des Diaphragma des Dicäarchus nannte und über deren astronomische Richtigkeit der Lage, die ich an einem andern Orte untersucht, man mit Recht erstaunen muß *). Strabo, wahrscheinlich durch Eratosthenes geleitet, scheint so überzeugt gewesen zu sein, daß dieser Parallel von 36°, als Maximum der Ausdehnung in der ihm bekannten Welt, einen inneren Grund der Erdgestaltung habe, daß er das Festland, welches er prophetisch in der nördlichen Halbkugel zwischen Iberien und der Küste von Thina vermuthete, ebenfalls unter diesem Breitengrade verkündigte †).

Wenn, wie wir schon oben bemerkt, auf der einen Halbkugel der Erde (man mag dieselbe durch den Aequator oder durch den Meridian von Teneriffa halbiren) beträchtlich mehr Land sich über den Meeresspiegel erhoben hat als auf der entgegengesetzten; so haben die beiden großen Ländermassen, wahre vom Ocean auf allen Seiten umgebene Inseln, welche wir die östliche und westliche Feste, den alten und neuen Continent nennen, neben dem auffallendsten Contraste der Totalgestaltung oder vielmehr der Orientirung ihrer größten Axen doch im einzelnen manche Aehnlichkeit der Configuration, besonders der räumlichen Beziehungen zwischen den einander gegenüberstehenden Küsten. In der östlichen Feste ist die vorherrschende Richtung, die Lage der langen Axe, von Osten gegen Westen (bestimmter von Südwest gegen Nordost), in der westlichen Feste aber von Süden nach Norden, meridianartig (bestimmter von SSO nach NNW). Beide Ländermassen sind im Norden in der Richtung eines Breiten-Parallels (meist in dem von 70°) abgeschnitten; im Süden laufen sie in pyramidale Spitzen aus, meist mit submaritimer Verlängerung in Inseln und Bänken. Dies bezeugen der Archipel von Tiorra del Fuego, die Lagullas-Bank südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung, Van Diemens Land, durch die Bass-Straße von Neu-Holland (Australien) getrennt. Das nördliche asiatische Gestade übersteigt im Cap Laimura (78° 16' nach Krusenstern) den obengenannten Parallel, während es von der Mündung des großen Tschukotschia-Flusses an östlich gegen die Bering's-Straße hin im östlichsten Vorgebirge Asiens, in Cook's Ozeap, nur 66° 3' nach Beechey erreicht ‡). Das nördliche Ufer des neuen Continents folgt ziemlich genau dem Parallelfreis von 70°, da südlich und nördlich von der Barrow-Straße, von Boothia Felix und Victoria-Land alles Land nur abgesonderte Inseln sind.

Die pyramidale Gestalt aller südlichen Endspitzen der Continente gehört unter die similitudines physicae in configuratione Mundi, auf welche schon Baco von Verulam im Neuen Organon aufmerksam machte und an die Cook's Begleiter auf der zweiten Weltumseglung, Reinhold Ferster, scharfsinnige Betrachtungen geknüpft hat. Wenn man von dem Meridian von Teneriffa sich gegen Osten wendet, so sieht man die Endspitzen der drei Continente, nämlich die Südspitzen von Afrika (als dem Extrem der ganzen Alten Welt), von Australien und von Südamerika, stufenweise sich dem Südpol mehr nähern. Das volle 12 Breitengrade lange Neu-Seeland bildet sehr regelmäßig ein Zwischenglied zwischen Australien und Südamerika, ebenfalls mit einer Insel (Neu-Keinsler) endigend.

*) Agathemerus in Hudson, Geographi minores T. II. p. 4. Vergl. Humboldt, Asie centr. T. I. p. 120, 125.

†) Strabo lib. I. p. 65 Casaub. Vergl. Humboldt, Examen crit. T. I. p. 152.

‡) Vergl. über die mittlere Breite der nordasiatischen Küste und die wahre Benennung der Vorgebirge Laimura (Cap Siewero—Wostotschnoi) und Cap Nord-Ost (Schalagskoi Mys) Humboldt, Asie centrale T. III. p. 35 und 37.

Eine merkwürdige Erscheinung ist noch, daß fast ganz unter denselben Meridianen, unter welchen in der Ländermasse des Alten Continents sich die größte Ausdehnung gegen Süden zeigt, auch die nördlichen Gestade am höchsten gegen den Nordpol vordringen. Dies ergiebt sich aus der Vergleichung des Vorgebirges der guten Hoffnung und der Bank Lagullas mit dem europäischen Nordcap, der Halbinsel Malacca mit dem sibirischen Cap Taimura*). Ob festes Land die beiden Erdpole umgürtet oder ob die Pole nur von einem Eismeere umflossen, mit Flözlagen von Eis (erstarrtem Wasser) bedeckt sind, wissen wir nicht. An dem Nordpol ist man bis 82° 55' Breite, an dem Südpol nur bis zu dem Parallel von 78° 10' gelangt.

So wie die großen Ländermassen pyramidal enden, so wiederholt sich diese Gestaltung auch mannigfaltig im Kleinen: nicht bloß im indischen Ocean (Halbinseln von Arabien, Hindustan und Malacca), sondern auch, wie schon Eratosthenes und Polybius bemerkten, im Mittelmeer, wo sie die iberische, italische und hellenische mit einander sinnig verglichen haben†). Europa, mit einem Areal fünfmal kleiner als das von Asien, ist gleichsam nur eine westliche kielgegliederte Halbinsel des asiatischen, fast ungegliederten Welttheils; auch beweisen die klimatischen Verhältnisse Europa's, daß es sich zu Asien verhält wie die peninsuläre Bretagne zum übrigen Frankreich‡). Wie die Gliederung eines Continents, die höhere Entwicklung seiner Form zugleich auf die Besitzung und den ganzen Culturzustand der Völker wirkt, bemerkt schon Strabo||), indem er unseres kleinen Welttheils „vielgestaltete Form“ als einen besondern Vorzug preist. Afrika¶) und Südamerika, die ohne dies so viel Ähnlichkeit in ihrer Configuration zeigen, sind unter allen großen Ländermassen diejenigen, welche die einfachste Küstenform haben. Nur das östliche Littoral von Asien bietet, wie von der östlichen Meeresströmung**) zertrümmert (*fractas ex aequore terras*), eine mannigfaltige, gestaltenreiche Form dar. Halbinseln und nahe Eilande wechseln dort mit einander vom Aequator an bis 60° Breite.

Unser atlantische Ocean trägt alle Spuren einer Thalbildung. Es ist als hätten stuhende Wasser den Stoß erst gegen Nordost, dann gegen Nordwest, und dann wiederum nordöstlich gerichtet. Der Parallelismus der Küsten nördlich von 10° südl. Breite an, die vor- und einspringenden Winkel, die Converitität von Brasilien dem Golf von Guinea gegenüber, die Converitität von Afrika unter einerlei Breiten mit dem antillischen Meerbusen sprechen für diese gewagt scheinende Ansicht††). Hier im atlantischen Thale, wie fast überall in der Gestaltung großer Ländermassen, stehen eingeschnittene und inselreiche Ufer den uneingeschnittenen entgegen. Ich habe längst darauf aufmerksam gemacht, wie geogno-

*) Eben daselbst T. I. p. 198—200. Auch die Südküste von Amerika sammt dem Archipelagus, welchen wir das Feuerland nennen, liegt im Meridian des nördlichen Theils der Baffinbay und des großen noch unbegrenzten Polarlandes, das vielleicht zu West-Grönland gehört.

†) Strabo lib. II. p. 92 und 108 Casaub.

‡) Humboldt, Asie centrale T. III. p. 25. Ich habe schon früh (1817) in meinem Werke *De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium* auf jene für Klimatologie und Menschengesittung gleich wichtigen Unterschiede gegliederter und ungegliederter Continente aufmerksam gemacht: „*Regiones vel per sinus lunatos in longa cornua porrectas, angulis litterum recessibus quasi membratim discerptas, vel spatia patentia in immensum, quorum littora nullis ineis angulis ambit sine amfractu Oceanus*“ (p. 81 und 182). Ueber das Verhältniß der Küstenlängen zum Areal eines Continents (gleichsam das Maß der Zugänglichkeit des Inneren) s. die Untersuchungen in Berghaus Annalen der Erdkunde Bd. XII. 1835 S. 490 und *Physikal. Atlas* 1839 No. III. S. 69.

§) Strabo lib. II. p. 126 Casaub.

¶) Von Afrika sagt schon Plinius (V, 1): *Neo-*

alia pars terrarum pauciores recipit sinus. Auch die kleine indische Halbinsel dieses des Ganges bildet als Dreieck eine dritte sehr analoge Form dar. Im griechischen Alterthum herrschten Meinungen von einer regelmäßigen Gestaltung der Felsen. Es sollte vier Büsen geben, unter denen der persische dem byzantinischen (b. i. dem caspischen Meere) gegenüber gestellt wird (Arian VII, 16; Plut. in vita Alexandri cap. 44; Dionys. Perieg. v. 48 und 630 pag. 11 und 38 Bernh.). Die vier Büsen und die Landengen sollen sich sogar, nach den optischen Phantasien des Aesinar, auf der Mondfläche abspiegeln (Plut. de Fato in orbe lunae p. 921, 19.). Ueber die terra quadrifida oder die vier Festlande, deren zwei nördlich und zwei südlich vom Aequator liegen, s. Macrobius, Comm. in Somnium Scipionis II, 9. Ich habe diesen Theil der alten Geographie, über welchen viel Verwirrung herrscht, einer neuen und sorgfältigen Prüfung unterworfen im *Examen crit. de l'hist. de la Géogr.* T. I. p. 119, 145, 180—185, wie in *Asie centr.* T. II. p. 172—178.

**) Fleuriot in *Voyage de Marchand autour du Monde* T. IV. p. 38—42.

††) Humboldt im *Journal de Physique* T. LIII. 1799 p. 33 und *Rel. hist.* T. II. p. 19, T. III. p. 189 und 198.

fisch denkwürdig auch die Vergleichung der Westküsten von Afrika und Südamerika in der Tropenzone sei. Die busenförmige Einbeugung des afrikanischen Westades bei Fernando Po ($4^{\circ}\frac{1}{2}$ nördlicher Breite) wiederholt sich in dem Südsee-Westade unter $18^{\circ}\frac{1}{4}$ südlicher Breite in dem Wendepunkt bei Arica, wo (zwischen dem Valle de Arica und dem Morro de Juan Diaz) die peruanische Küste plötzlich ihre Richtung von Süden nach Norden in eine nordwestliche verwandelt. Diese Veränderung der Richtung erstreckt sich in gleichem Maaße auf die in zwei Parallelhöcher getheilte hohe Andeskette: nicht bloß auf die dem Littoral*) nahe, sondern auch auf die östliche, den frühesten Sitz menschlicher Cultur im südamerikanischen Hochlande, wo das kleine Alpenmeer von Titicaca von den Bergcolossen des Cerata und Illimani begrenzt wird. Weiter gegen Süden, von Valdivia und Chiloe an (40° bis 42° südl. Br.) durch den Archipel de los Chonos bis zum Feuerlande, findet sich die seltene Fiordbildung wiederholt (das Gewirre schmalen tief eindringender Busen), welche in der nördlichen Hemisphäre die Westküsten von Norwegen und Schottland charakterisirt.

Dies sind die allgemeinsten Betrachtungen über die dermalige Gestaltung der Continente (die Ausdehnung des Festlandes in horizontaler Richtung), wie sie der Anblick der Oberfläche unsres Planeten veranlaßt. Wir haben hier Thatfachen zusammengestellt, Analogien der Form in entfernten Erdstrichen, die wir nicht Gesetze der Form zu nennen wagen. Wenn man an dem Abhange eines noch thätigen Vulkans, z. B. am Vesuv, die nicht ungewöhnliche Erscheinung partieller Hebungen beachtet, in denen kleine Theile des Bodens, vor einem Ausbruch oder während desselben, ihr Niveau um mehrere Fuß bleibend verändern und dachförmige Gräten oder flache Erhebungen bilden; so erkennt der Wanderer, wie von geringfügigen Zufällen der Krastintensität unterirdischer Dämpfe und der Größe des zu überwindenden Widerstandes es abhängen muß, daß die gehobenen Theile diese oder jene Form und Richtung annehmen. Eben so mögen geringe Störungen des Gleichgewichts im Inneren unsres Planeten die hebenden elastischen Kräfte bestimmt haben mehr gegen die nördliche als gegen die südliche Erdhälfte zu wirken, das Festland in der östlichen Erdhälfte als eine breite zusammenhängende Masse mit der Hauptaxe fast dem Aequator parallel, in der westlichen, mehr oceanischen Hälfte schmal und meridional aufzutreten.

Ueber den Causalzusammenhang solcher großen Begebenheiten der Länderbildung, der Aehnlichkeit und des Contrastes in der Gestaltung, ist wenig empirisch zu ergründen. Wir erkennen nur das Eine: daß die wirkende Ursach unterirdisch ist; daß die jetzige Länderform nicht auf einmal entstanden, sondern, wie wir schon oben bemerkt, von der Epoche der silurischen Formation (neptunischen Abscheidung) bis zu den Tertiärschichten nach mannigfaltigen oscillirenden Hebungen und Senkungen des Bodens sich allmältig vergrößert hat und aus einzelnen kleineren Continenten zusammengeschmolzen ist. Die dermalige Gestaltung ist das Product zweier Ursachen, die auf einander folgend gewirkt haben: einmal einer unterirdischen Kräftäußerung, deren Maaß und Richtung wir zufällig nennen, weil wir sie nicht zu bestimmen vermögen, weil sie sich für unsern Verstand dem Kreise der Nothwendigkeit entziehen; zweitens der auf der Oberfläche wirkenden Potenzen, unter denen vulkanische Ausbrüche, Erdbeben, Entstehung von Bergketten und Meeresströmungen die Hauptrolle gespielt haben. Wie ganz anders würde der Temperatur-Zustand der Erde, und mit ihm der Zustand der Vegetation, des Ackerbaues und der menschlichen Gesellschaft sein, wenn die Hauptaxe des Neuen Continents einerlei Richtung

†) Humboldt in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XL. S. 171. Ueber die merkwürdige Fiordbildung an dem Südost-Ende von America s. Darwin, Journal (Narrative of the voyages of the Adventure and Beagle Vol. III.) 1839 p. 266. Der Parallelismus der beiden Bergketten erhält sich von 5°

südlicher bis 5° nördlicher Breite. Die Wendung der Richtung der Küste bei Arica scheint die Folge des veränderten Streichens der Gangflut (Spalte) zu sein, auf welcher die Cordillera de los Andes aufsteigend ist.

mit der des Alten hätte; wenn die Andeskette, statt meridianartig, von Osten nach Westen aufgestiegen wäre; wenn südlich von Europa kein festes wärmestrahlandes Tropenland (Afrika) läge; wenn das Mittelmeer, das einst mit dem caspischen und rothen Meere zusammenhing und ein so wesentliches Beförderungsmittel der Völkergesittung geworden ist, nicht existirte; wenn sein Boden zu gleicher Höhe mit der lombardischen und cyrenaischen Ebene gehoben worden wäre!

Die Veränderungen des gegenseitigen Höhen-Verhältnisses der flüssigen und starren Theile der Erdoberfläche (Veränderungen, welche zugleich die Umrisse der Continente bestimmen, mehr niedriges Land trocken legen oder dasselbe überfluthen) sind mannigfaltigen ungleichzeitig wirkenden Ursachen zuzuschreiben. Die mächtigsten sind ohnstreitig gewesen: die Kraft der elastischen Dämpfe, welche das Innere der Erde einschließt; die plötzliche Temperatur-Veränderung*) mächtiger Gebirgsschichten; der ungleiche secularäre Wärmeverlust der Erdrinde und des Erdernes, welcher eine Fal tung (Runzelung) der starren Oberfläche bewirkt; örtliche Modificationen der Anziehungskraft†) und durch dieselben hervorgebrachte veränderte Krümmung einer Portion des flüssigen Elements. Daß die Hebung der Continente eine wirkliche Hebung, nicht bloß eine scheinbare, der Gestalt der Oberfläche des Meeres zugehörige sei, scheint, nach einer jetzt allgemein verbreiteten Ansicht der Geognosten, aus der langen Beobachtung zusammenhängender Thatfachen, wie aus der Analogie wichtiger vulkanischer Erscheinungen zu folgen. Auch das Verdienst dieser Ansicht gehört Leopold von Buch, der sie in seiner denkwürdigen, in den Jahren 1806 und 1807 vollbrachten Reise durch Norwegen und Schweden‡) aussprach, wodurch sie zuerst in die Wissenschaft eingeführt ward. Während die ganze schwedische und finnländische Küste von der Grenze des nördlichen Schöners (Söl-vitsborg) über Weisle bis Torneo, und von Torneo bis Åbo sich hebt (in einem Jahrhundert bis 4 Fuß), sinkt nach Nilson das südliche Schweden§). Das Maximum der hebenden Kraft scheint im nördlichen Lapland zu liegen. Die Hebung nimmt gegen Süden bis Calmar und Sölvißborg allmählig ab. Linien des alten Meeresniveaus aus vorhistorischen Zeiten sind in ganz Norwegen¶) vom Cap Lindesnäs bis zum äußersten Nordcap durch Muschelsänke des jetzigen Meeres bezeichnet, und neuerlichst von Bravais während

*) De la Beche, Sections and Views illustrative of Geological Phenomena 1830 Tab. 40; Charles Babbage, Observations on the Temple of Serapis at Pozzuoli near Naples and on certain causes which may produce Geological Cycles of great extent 1834. „Eine Sandsteinschicht von 5 engl. Meilen Dicke wird, wenn sie sich um 100° Fahr. erwärmt, in ihrer Oberfläche um 25 Fuß steigen. Erhitzte Leittenschichten müssen dagegen durch Contraction ein Sinken der Bodens hervorbringen.“ Vergl. die Berechnungen für das säcularäre Steigen von Schweden, unter der Voraussetzung der geringen Zunahme von 3° Reaum. in einer 140000 Fuß dicken zu Schmelzhitze erwärmten Schicht, in Bischof, Wärmelehre des Innern unseres Erdbörpers S. 303.

†) „Die (bisher so sicher scheinende) Voraussetzung des Gleichbleibens der Schwere an einem Messungspunkte ist durch die neuen Erfahrungen über die langsame Erhebung großer Theile der Erdoberfläche einigermaßen unsicher geworden.“ Bessel über Maß und Gewicht in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 134.

‡) Th. II. (1810) S. 389. Vergl. Hallström in Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar Stockholm. 1823 p. 30; Lyell in den Philos. Transact. for 1835 p. 1; Blom (Utmann in Budstæd), Stat. Beskr. von Norwegen 1843 S. 89—116. Wenn, nicht vor Leopolds von Buch Reise nach Scandinavien, sondern vor der Herausgabe dieses Werkes, schon Playfair 1802 in den Illustrations of the Huttonian Theory § 393, und, wie Keilhaus (Om Landjordens Stigning in Norge in dem Nyt Magazin for Naturvidenskaberne)

erinnert, vor Playfair der Däne Jessen ebenfalls schon die Vermuthung geäußert hat, daß nicht das Meer sinke, sondern das feste Land von Schweden sich erhebe; so sind diese Aeußerungen unserm großen Geognosten gänzlich unbekannt geblieben und haben keinen Einfluß auf die Fortschritte der physischen Erdbeschreibung ausgeübt. Jessen hat in seinem Werke Kongeriget Norge fremstillet efter dets naturlige og borgerlige Tilstand, Kjöbenh. 1763, die Ursachen der Veränderung des Niveau-Verhältnisses des Meeres zur Höhe der Küsten nach den alten Angaben von Celsius, Kalm und Dalin zu ergründen gesucht. Er äußert verworrene Ideen über die Möglichkeit eines inneren Wachstums und Zunehmens der Steine (des felsigen Bodens), erklärt sich aber zuletzt doch für Erhebung des Landes als Folge von Erdbeben. „Obgleich,“ sagt er, „gleich nach dem Erdbeben (bei Egersund) keine solche Erhebung bemerkt worden ist, so könnte doch dadurch anderen Ursachen die Gelegenheit dazu eröffnet worden sein.“

§) Berzelius, Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wiss. No. 18. S. 686. Die Inseln Salt-holm, Kopenhagen gegenüber, und Bornholm steigen aber sehr wenig; Bornholm kaum 1 Fuß in einem Jahrhundert. S. Forchhammer in Philos. Magazine Series III. Vol. II. p. 309.

¶) Keilhaus im Nyt Mag. for Naturvid. 1832 Bd. I. p. 105—254, Bd. II. p. 57; Bravais sur les lignes d'ancien niveau de la Mer 1843 p. 15—40. Vergl. auch Darwin on the Parallel roads of Glen-Roy and Lochaber in den Philos. Transact. for 1839 p. 60.

des langen winterlichen Aufenthalts in Vofetop auf das genaueste gemessen worden. Sie liegen bis 600 Fuß hoch über dem jetzigen mittleren Meeresstande, und erscheinen nach Kell-
hau und Eugen Robert auch dem Nordcap gegenüber (in NW) an den Küsten von
Spitzbergen. Leopold von Buch, der am frühesten auf die hohe Muschelbank bei Tromsø
(Breite 69° 40') aufmerksam gemacht, hat aber schon gezeigt, daß die älteren Hebungen
am nordischen Meere zu einer anderen Classe von Erscheinungen gehören als das sanfte
(nicht plötzliche oder ruckweise) Aufsteigen des schwedischen Littorals im bothnischen Meer-
busen. Die letztere, durch sichere historische Zeugnisse wohl bewährte Erscheinung darf
ebenfalls nicht mit der Niveauveränderung des Bodens bei Erdbeben (wie an den Küsten
von Chili und Gutsch) verwechselt werden. Sie hat ganz neuerlichst zu ähnlichen Beobach-
tungen in anderen Ländern Veranlassung gegeben. Dem Aufsteigen entspricht bisweilen
als Folge der *Faltung* der Erdschichten ein bemerkbares *Sinken*; so in West-Grön-
land (nach Pingel und Graah), in Dalmatien und in Schonen.

Wenn man es für überaus wahrscheinlich hält, daß im Jugendalter unseres Planeten
die oscillirende Bewegungen des Bodens, die Hebung und Senkung der Oberfläche inten-
siver als jetzt waren; so darf man weniger erstaunt sein im Inneren der Continente selbst
noch einzelne Theile der Erdoberfläche zu finden, welche tiefer als der dermalige, überall
gleiche Meeresspiegel liegen. Beispiele dieser Art bieten dar die vom General Andreossy
beschriebenen Natron-Seen, die kleinen bittern Seen in der Landenge von Suez, das cas-
pische Meer, der See Iberias und vor allem das todtte Meer*). Das Niveau der Wasser
in den beiden letzten Seen ist 625 und 1230 Fuß niedriger als der Wasserspiegel des mit-
telländischen Meeres. Wenn man das Schuttland, welches die Steinschichten in so vielen
ebenen Gegenden der Erde bedeckt, plötzlich wegnehmen könnte, so würde sich offenbaren,
wie viele Theile der felsigen Erdoberfläche auch dormalen tiefer liegen als der jetzige Meer-
esspiegel. Das periodische, wenn gleich unregelmäßig wechselnde Steigen und Fallen der
Wasser des caspischen Meeres, wovon ich selbst in dem nördlichen Theile dieses Bodens
deutliche Spuren gesehen, scheint zu beweisen†), wie die Beobachtungen von Darwin in
den Corallen-Seen‡), daß, ohne eigentliches Erdbeben, der Erdboden noch jetzt derselben
sanften und fortschreitenden Oscillationen fähig ist, welche in der Urzeit, als die Dide der
schon erhärteten Erdrinde geringer war, sehr allgemein gewesen sind.

Die Erscheinungen, auf welche wir hier die Aufmerksamkeit heften, mahnen an die Un-
beständigkeit der gegenwärtigen Ordnung der Dinge, an die Veränderungen, denen nach
langen Zeit-Intervallen der Umriss und die Gestaltung der Continente sehr wahrscheinlich
unterworfen sind. Was für die nächsten Menschenalter kaum bemerkbar ist, häuft sich in
Perioden an, von deren Länge uns die Bewegung ferner Himmelskörper das Maas giebt.

*) Humboldt, *Asie centrale* T. II. p. 319—324, T. III. p. 549—551. Die Depression des todtten Meeres ist nach und nach ergründet worden durch die barometrischen Messungen von Graf Berto u., durch die weit sorgfältigeren von H u s s e g g e r, und durch die trigonometrische Messung des englischen Schiffs-Lieutenant Symond. Die letztere gab, nach einem Briefe, den Herr Albersen an die geographische Gesellschaft zu London richtete und den mir mein Freund, der Capitän Washington, mitgetheilt, — 1506 Fuß für den Unterschied des Wasserspiegels des todtten Meeres und des höchsten Hauses in Jassa. Herr Albersen glaubte damals (28. Nov. 1841), das todtte Meer liege ohngefähr 1314 Fuß unter dem Niveau des mittelländischen Meeres. In einer neueren Mittheilung des Lieutenant Symond (J a n e s o n's Edinb. New Philos. Journal Vol. XXXIV. 1843 p. 178) wird als Endresultat zweier sehr mit einander übereinstimmender trigonometrischen Operationen die Zahl 1231 Fuß (immer Pariser Maas) angegeben.

†) Sur la Mobilité du fond de la Mer Caspienne in meiner *Asie centr.* T. II. p. 283—294. Auf meine

Aufforderung hat die kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg 1830 bei Baku auf der Halbinsel Abscheren durch den gelehrten Physiker L e n z feste Marken (Zeichen, den mittleren Wasserstand zu einer bestimmten Epoche angehend) an verschiedenen Punkten eintragen lassen. Auch habe ich 1839 in einem der Nachträge zu der Instruction, welche dem Capitän Ross für die antarctische Expedition erteilt ward, darauf ge-
brungen, daß überall an Felsen in der südlichen Hemisphäre, wo sich dazu Gelegenheit fände, Marken, wie in Schweden und am caspischen Meere eingegraben werden müßten. Wäre dies schon in den ältesten Reisen von Bougainville und Cook geschehen, so würden wir jetzt wissen: ob die secularle relative Höhenveränderung von Meer und Land ein allgemeines oder nur ein örtliches Naturphänomen sei; ob ein Gesetz der Richtung in den Punkten erkannt werden kann, die gleichzeitig steigen oder sinken.

‡) Ueber das Sinken und Steigen des Bodens der Sübsee und die verschiednen areas of alternate movements s. Darwin's Journal p. 557 und 561—566.

Seit 8000 Jahren ist vielleicht das östliche Ufer der scandinavischen Halbinsel um 320 Fuß gestiegen; in 12000 Jahren werden, wenn die Bewegung gleichmäßig ist, Theile des Meerbodens, welche dem Ufer der Halbinsel nahe liegen und heute noch mit einer Wasserschrift von beinahe 50 Prassen Tiefe bedeckt sind, an die Oberfläche kommen und anfangen trocken zu liegen. Was ist aber die Kürze dieser Zeiten gegen die Länge der geognostischen Perioden, welche die Schichtenfolge der Formationen und die Schaaren untergegangener, ganz verschiedenartiger Organismen uns offenbaren! Wie wir hier nur das Phänomen der Hebung betrachten, so können wir, auf die Analogien beobachteter Thatsachen gestützt, in gleichem Maasse auch die Möglichkeit des Sinkens, der Depression ganzer Landstriche annehmen. Die mittlere Höhe des nicht gebirgigen Theils von Frankreich beträgt noch nicht volle 480 Fuß. Mit älteren geognostischen Perioden verglichen, in denen größere Veränderungen im Innern des Erdkörpers vorgingen, gehört also eben nicht eine sehr lange Zeit dazu, um sich beträchtliche Theile vom nordwestlichen Europa bleibend überschnemmt, in ihren Littoral-Umrissen wesentlich anders gestaltet zu denken, als sie es dormalen sind.

Sinken und Steigen des Festen oder des Flüssigen — in ihrem einseitigen Wirken so entgegengesetzt, daß das Steigen des einen das scheinbare Sinken des andern hervorruft — sind die Ursach aller Gestaltveränderungen der Continente. In einem allgemeinen Naturgemälde, bei einer freien, nicht einseitigen Begründung der Erscheinungen in der Natur muß daher wenigstens auch der Möglichkeit einer Wasserverminderung, eines wirklichen Sinkens des Meerespiegels Erwähnung geschehen. Daß bei der ehemaligen erhöhten Temperatur der Erdoberfläche, bei der größeren, wasserverschluckenden Zerklüftung derselben, bei einer ganz andern Beschaffenheit der Atmosphäre einß große Veränderungen im Niveau der Meere statt gefunden haben, welche von der Zu- oder Abnahme des Tropfbar-Flüssigen auf der Erde abhängen: ist wohl keinem Zweifel unterworfen. In dem dormaligen Zustande unsres Planeten fehlt es aber bisher gänzlich an directen Beweisen für eine reelle, fortdauernde Ab- oder Zunahme des Meeres; es fehlt auch an Beweisen für allmältige Veränderungen der mittleren Barometerhöhe im Niveau der Meere an denselben Beobachtungspunkten. Nach Daupps's und Antonio Nobile's Erfahrungen würde Vermehrung der Barometerhöhe ohnedies von selbst eine Erniedrigung des Wasserspiegels hervorbringen. Da aber der mittlere Druck der Atmosphäre im Niveau des Oceans aus meteorologischen Ursachen der Windesrichtung und Feuchtigkeit nicht unter allen Breiten derselbe ist, so würde das Barometer allein nicht einen sicheren Zeugen der Niveauveränderung des Tropfbar-Flüssigen abgeben. Die denkwürdigen Erfahrungen, nach denen im Anfange dieses Jahrhunderts wiederholt einige Häfen des Mittelmeeres viele Stunden lang ganz trocken lagen, scheinen zu beweisen, daß in ihrer Richtung und Stärke veränderte Meeresströmungen, ohne wirkliche Wasserverminderung, ohne eine allgemeine Depression des ganzen Oceans, ein örtliches Zurücktreten des Meeres und ein permanentes Trocknlegen von einem kleinen Theile des Littorals veranlassen können. Bei den Kenntnissen, die wir neuerlichst von diesen verwickelten Erscheinungen erlangt haben, muß man sehr vorsichtig in ihrer Deutung sein: da leicht einem der „alten Elemente“, dem Wasser, zugeschrieben wird, was zwei anderen, der Erde oder der Luft, angehört.

Wie die Gestaltung der Continente, die wir bisher in ihrer horizontalen Ausdehnung geschildert haben, durch äußere Gliederung, d. i. vielfach eingeschnittene Küsten-Umrisse, einen wohlthätigen Einfluß auf das Klima, den Handel und die Fortschritte der Cultur ausübt; so giebt es auch eine Art der inneren Gliederung durch senkrechte Erhebung des Bodens (Bergzüge und Hochebenen), welche nicht minder wichtige Folgen hat. Alles, was auf der Oberfläche des Planeten, dem Wohnsitz des Menschengeschlechts, Abwechslung der Formen und Vielgestaltung (Polymorphie) erzeugt (neben den Bergketten große Seen, Grasssteppen, selbst Wüsten, von Waldgegenden kusten=

artig umgeben), prägt dem Völkerleben einen eigenthümlichen Charakter ein. Schneebedeckte Hochmassen hindern den Verkehr; aber ein Gemisch von niedrigeren abgesetzten Gebirgsgliedern *) und Tiefländern, wie so glücklich sie das westliche und südliche Europa darbietet, vervielfältigt die meteorologischen Prozesse, wie die Producte des Pflanzenreichs; es erzeugt auch, weil dann jedem Erdstrich, selbst unter denselben Breitengraden, andre Culturen angehören, Bedürfnisse, deren Befriedigung die Thätigkeit der Einwohner anregt. So haben die furchtbaren Umwälzungen, welche in Folge einer Wirkung des Innern gegen das Aeußere durch plötzliches Aufrichten eines Theils der oxydirten Erdrinde das Emporsteigen mächtiger Gebirgsketten veranlaßten, dazu gedient, nach Wiederherstellung der Ruhe, nach dem Wiedererwachen schlummernder Organismen den Felsen beider Erdhälften einen schönen Reichthum individueller Bildungen zu verleihen, ihnen wenigstens dem größeren Theile nach die öde Einförmigkeit zu nehmen, welche verarmend auf die physischen und intellectuellen Kräfte der Menschen einwirkt.

Indem Systeme †) dieser Bergketten ist nach den großartigen Ansichten von Elie de Beaumont ein relatives Alter angewiesen, daß das Aufsteigen der Bergkette nothwendig zwischen die Ablagerungszeiten der aufgerichteten und der bis zum Fuß der Berge sich horizontal erstreckenden Schichten fallen muß. Die Faltungen der Erdrinde (Aufrichtungen der Schichten), welche von gleichem geognostischen Alter sind, scheinen sich dazu einer und derselben Richtung anzuschließen. Die Streichungslinie der aufgerichteten Schichten ist nicht immer der Are der Ketten parallel, sondern durchschneidet bisweilen dieselbe: so daß dann, meiner Ansicht nach ‡), das Phänomen der Aufrichtung der Schichten, die man selbst in der angrenzenden Ebene wiederholt findet, älter sein muß als die Hebung der Kette. Die Hauptrichtung des ganzen Festlandes von Europa (Südwest gen Nordost) ist den großen Erdspalten entgegengesetzt, welche sich (Nordwest gen Südost) von den Mündungen des Rheins und der Elbe durch das adriatische und rothe Meer, wie durch das Bergsystem des Putshi-Kob in Turistan, nach dem persischen Meerbusen und dem indischen Ocean hinziehen. Ein solches fast rechtwinkliges Durchkreuzen geodäsischer Linien hat einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Handelsverhältnisse von Europa mit Asien und dem nordwestlichen Afrika, wie auf den Gang der Civilisation an den vormals glücklicheren Ufern des Mittelmeeres ||).

Wenn mächtige und hohe Gebirgsketten als Zeugen großer Erdrevolutionen, als Grenzschcheiden der Klimate, als Wasser-Vertheiler oder als Träger einer anderen Pflanzenwelt unsere Einbildungskraft beschäftigen; so ist es um so nothwendiger, durch eine richtige numerische Schätzung ihres Volums zu zeigen, wie gering im Ganzen die Quantität der gehobenen Massen im Vergleich mit dem Areal ganzer Länder ist. Die Masse der Pyrenäen z. B., einer Kette, von der die mittlere Höhe des Rückens und der Flächeninhalt der Basis, welche sie bedeckt, durch genaue Messungen bekannt sind, würde, auf das Areal von Frankreich gestreut, letzteres Land nur um 108 Fuß erhöhen. Die Masse der östlichen und westlichen Alpenkette würde in ähnlichem Sinne die Höhe des Flachlandes von Europa nur um 20 Fuß vermehren. Durch eine mühevollen Arbeit ¶), die aber ihrer Natur nach nur

*) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 232—234. Veral. auch die schätzbaren Bemerkungen über Erdgestaltung und Lage der Höhenzüge in Albrechts von Hoon Grundzügen der Erd-, Völk- und Staatenkunde Abth. I. 1837 S. 168, 270 und 276.

†) L'evy, von Buch über die geognostischen Systeme von Deutschland in seinen Geogn. Briefen an Alexander von Humboldt 1824 S. 265—271; Elie de Beaumont, Recherches sur les Révolutions de la Surface du Globe 1829 p. 297—307.

‡) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 277—283. Siehe auch mein Essai sur le Gisement des Roches 1822 p. 57 und Relat. hist. T. III. p. 244—250.

||) Asie centrale T. I. p. 284—286. Das adriatische Meer folgt auch der Richtung SO—NW.

¶) De la hauteur moyenne des continents in Asie centrale T. I. p. 82—90 und 165—189. Die Resultate, welche ich erhalten, sind als Grenz-Zahlen (nombres-limites) zu betrachten. Laplace hat die mittlere Höhe der Continente zu 3078 Fuß, also wenigstens um das Dreifache zu hoch, angeschlagen. Der unsterbliche Geometer (Mécanique céleste T. V. p. 14) warb zu dieser Annahme durch Hypothesen über die mittlere Tiefe des Meeres veranlaßt. Ich habe gezeigt (Asie centrale T. I. p. 93), wie schon die Alexandrinischen Mathematiker nach dem Zeugniß des Plutarchus (in Aemi-

eine obere Grenze, d. i. eine Zahl giebt, welche wohl kleiner, aber nicht größer sein kann, habe ich gefunden, daß der Schwerpunkt des Volums der über dem jetzigen Meerespiegel gehobenen Länder in Europa und Nordamerika 630 und 702, in Asien und Südamerika 1062 und 1080 Fuß hoch liegt. Diese Schätzungen bezeichnen die Niedrigkeit der nördlichen Regionen: die großen Steppen des Flachlandes von Sibirien werden durch die ungeheure Anschwellung des asiatischen Bodens zwischen den Breitengraden von $28\frac{1}{2}$ bis 40° , zwischen dem Himalaya, dem nordtibetischen Kuen-lün und dem Himmelsgebirge, compensirt. Man liest gewissermaßen in den gefundenen Zahlen, wo die plutonischen Mächte des inneren Erdkörpers am stärksten in der Hebung der Continentalmassen gewirkt haben.

Nichts kann uns Sicherheit geben, daß jene plutonischen Mächte im Lauf kommender Jahrhunderte den von Elie de Beaumont bisher aufgezählten Bergsystemen verschiedenen Alters und verschiedener Richtung nicht neue hinzufügen werden. Warum sollte die Erdrinde schon die Eigenschaft sich zu falten verloren haben? Die fast zuletzt hervorgetretenen Gebirgssysteme der Alpen und der Andeskette haben im Montblanc und Monte Rosa, im Sorata, Illimani und Chimboraza Glosse gehoben, welche eben nicht auf eine Abnahme in der Intensität der unterirdischen Kräfte schließen lassen. Alle geognostische Phänomene deuten auf periodische Wechsel von Thätigkeit und Ruhe*). Die Ruhe, die wir genießen, ist nur eine scheinbare. Das Erbeben, welches die Oberfläche unter allen Himmelsstrichen, in jeglicher Art des Gesteins erschüttert, das aufsteigende Schweden, die Entstehung neuer Ausbruch-Inseln zeugen eben nicht für ein stilles Erdenleben.

Die beiden Umbüllungen der starren Oberfläche unsres Planeten, die tropfbar-flüssige und die luftförmige, bieten, neben den Contrasten, welche aus der großen Verschiedenheit ihres Aggregat- und Elasticitätszustandes entstehen, auch, wegen der Verschiebbarkeit der Theile, durch ihre Strömungen und ihre Temperatur-Verhältnisse, mannigfaltige Analogien dar. Die Tiefe des Oceans und des Luftmeeres sind uns beide unbekannt. Im Ocean hat man an einigen Punkten, unter den Tropen, in einer Tiefe von 25300 Fuß (mehr als einer geographischen Meile) noch keinen Grund gefunden; im letzteren, falls es, wie Wollaston will, begrenzt und also wellenschlagend ist, läßt das Phänomen der Dämmerung auf eine wenigstens neunmal größere Tiefe schließen. Das Luftmeer ruht theils auf der festen Erde, deren Bergketten und Hochebenen, wie wir schon oben bemerkt, als grüne, waldbewachsene Untiefen aufsteigen, theils auf dem Ocean, dessen Oberfläche den beweglichen Boden bildet, auf dem die unteren dichteren, wassergetränkten Luftschichten gelagert sind.

Von der Grenze beider, des Luftmeeres und des Oceans, an aufwärts und abwärts sind Luft- und Wasserschichten bestimmten Gesetzen der Wärmeabnahme unterworfen. In dem Luftmeer ist diese Wärmeabnahme um vieles langsamer als im Ocean. Das Meer hat unter allen Zonen eine Tendenz, die Wärme seiner Oberfläche in den der Luft nächsten Wasserschichten zu bewahren, da die erkalteten Theile als die schwereren hinabsteigen. Eine große Reihe sorgfältiger Temperaturbeobachtungen lehrt, daß in dem gewöhnlichen und mittleren Zustande seiner Oberfläche der Ocean, vom Aequator an bis 48° nördlicher und südlicher Breite, etwas wärmer ist als die zunächst liegenden Luftschichten †). Wegen der mit der Tiefe abnehmenden Temperatur können Fische und andere Bewohner des Meeres, die vielleicht wegen der Natur ihrer Klemen- und Hautrespiration tiefe Wasser lieben, selbst unter den Wendekreisen nach Willkühr die niedrige Temperatur, das kühle Klima finden, welche ihnen in höheren Breiten unter der gemäßigten und kalten Zone vor-

lio Paulo cap. 15) diese Meeres-tiefe durch die Höhe der Berge bedingt glauben. Die Höhe des Schwerpunkts des Volums der Continental-Massen ist in dem Lauf der Jahrtausende wahrscheinlich kleinen Veränderungen unterworfen.

*) Zweiter geologischer Brief von Elie de Beaumont an Alexander von Humboldt in Poggenborffs Annalen Bb. XXV. S. 1—58.

†) Humboldt, Relation hist. T. III. chap. XXIX p. 514—530.

zugeweiße zusagten. Dieser Umstand, analog der milden, ja selbst kalten Alpenluft auf den Hochebenen der heißen Zone, übt einen wesentlichen Einfluß aus auf die Migration und die geographische Verbreitung vieler Seethiere. Die Tiefe, in der die Fische leben, modificirt durch vermehrten Druck gleichmäßig ihre Hautrespiration und den Sauer- und Stickstoff-Gehalt der Schwimmblase.

Da süßes und salziges Wasser nicht bei derselben Temperatur das Maximum ihrer Dichtigkeit erreichen und der Salzgehalt des Meeres den Thermometergrad der größten Dichtigkeit herabzieht, so hat man in den Reisen von Kogebue und Dupetit-Thouars aus den pelagischen Abgründen Wasser schöpfen können, welche die niedrige Temperatur von $2^{\circ},8$ und $2^{\circ},5$ hatten. Diese eisige Temperatur des Meerwassers herrscht auch in der Tiefe der Tropenmeere, und ihre Existenz hat zuerst auf die Kenntniß der unteren Polarströme geleitet, die von den beiden Polen gegen den Aequator hin gerichtet sind. Ohne diese unterseeische Zuströmung würden die Tropenmeere in jenen Abgründen nur diejenige Temperatur haben können, welche dem Maximum der Kälte gleich ist, die örtlich die herabsinkenden Wassertheilchen an der wärmestrahrenden und durch Luftcontact erkälten Oberfläche im Tropenklima erlangen. In dem mittelländischen Meere wird, wie Arago scharfsinnig bemerkt, die große Erkältung der unteren Wasserschichten bloß darum nicht gefunden, weil das Eindringen des tiefen Polarstromes in die Straße von Gibraltar, wo an der Oberfläche das atlantische Meer von Westen gen Osten einströmt, durch eine ost-westliche untere Gegenströmung des mittelländischen Meeres in den atlantischen Ocean gehindert wird.

Die, im allgemeinen die Klimate ausgleichende und mildernde tropfbar-flüssige Umhüllung unsers Planeten zeigt da, wo sie nicht von pelagischen Strömen kalter und warmer Wasser durchfurcht wird, fern von den Küsten in der Tropenzone, besonders zwischen 10° nördlicher und 10° südlicher Breite, in Strecken, die Tausende von Quadratmeilen einnehmen, eine bewundernswürdige Gleichheit und Beständigkeit der Temperatur*). Man hat daher mit Recht gesagt†), daß eine genaue und lange fortgesetzte Ergündung dieser thermischen Verhältnisse der Tropenmeere uns auf die einfachste Weise über das große, vielfach bestrittene Problem der Constanz der Klimate und der Erdwärme unterrichten könne. Große Revolutionen auf der leuchtenden Sonnenscheibe würden sich demnach, wenn sie von langer Dauer wären, gleichsam in der veränderten mittleren Meereswärme, sicherer noch als in den mittleren Temperaturen der Feste, reflectiren. Die Zonen, in welchen die Maxima der Dichte (des Salzgehaltes) und der Temperatur liegen, fallen nicht mit dem Aequator zusammen. Beide Maxima sind von einander getrennt, und die wärmsten Wasser scheinen zwei nicht ganz parallele Bänder nördlich und südlich vom geographischen Aequator zu bilden. Das Maximum des Salzgehaltes fand Lenz, auf seiner Reise um die Erde, im stillen Meere in 22° nördlicher und 17° südlicher Breite. Wenige Grade südlich von der Linie lag sogar die Zone des geringsten Salzgehaltes. In den Regionen der Windstille kann die Sonnenerwärme wenig die Verdunstung befördern, weil eine mit Salzbusst geschwängerte Luftschicht dort unbewegt und unerneuert auf der Oberfläche des Meeres ruhet.

Die Oberfläche aller mit einander zusammenhängenden Meere muß im allgemeinen

*) Siehe die Reihe meiner Beobachtungen in der Südee von $0^{\circ} 5'$ bis $13^{\circ} 16'$ nördlicher Breite in Asien centr. T. III. p. 354.

†) On pourra (par la température de l'Océan sous les tropiques) attaquer avec succès une question capitale restée jusqu'ici indécidée, la question de la constance des températures terrestres, sans avoir à s'inquiéter des influences locales naturellement fort circonscrites, provenant du déboisement des plaines et des montagnes, du dessèchement des

lacs et des marais. Chaque siècle, en léguant aux siècles futurs quelques chiffres bien faciles à obtenir, leur donnera le moyen peut-être le plus simple, le plus exact et le plus direct de décider si le soleil, aujourd'hui source première, à peu près exclusive de la chaleur de notre globe, change de constitution physique et d'éclat, comme la plupart des étoiles, ou si au contraire cet astre est arrivé à un état permanent. Arago in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XI. P. 2. p. 309.

hinsichtlich ihrer mittleren Höhe als vollkommen in Niveau stehend betrachtet werden. Dertliche Ursachen (wahrscheinlich herrschende Winde und Strömungen) haben aber in einzelnen tiefeingeschnittenen Büsen, z. B. im rothen Meere, permanente, wenn gleich geringe Verschiedenheit des Niveau's hervergebracht. An der Landenge von Suez beträgt der höhere Stand der Wasser über denen des Mittelmeers zu verschiedener Tagesstunde 24 und 30 Fuß. Die Form des Canals (Bab-el-Mandeb), durch welchen die indischen Wasser leichter ein- als ausströmen können, scheint zu dieser merkwürdigen permanenten, schon im Alterthum bekannten Erhöhung der Oberfläche des rothen Meeres mit beizutragen*). Die vortreflichen geodätischen Operationen von Coraboeuf und Delcros zeigen längs der Kette der Pyrenäen wie zwischen den Küsten von Nord-Holland und Marseille keine bemerkbare Verschiedenheit der Gleichgewichts-Oberfläche des Oceans und des Mittelmeeres†).

Störungen des Gleichgewichts und die dadurch erregte Bewegung der Wasser sind: theils unregelmäßig und vorübergehend vom Winde abhängig, und Wellen erzeugend, die fern von den Küsten im offenen Meere, im Sturm, über 35 Fuß Höhe ansteigen; theils regelmäßig und periodisch durch die Stellung und Anziehung der Sonne und des Monds bewirkt (Ebbe und Fluth); theils permanent, doch in ungleicher Stärke, als pelagische Strömung. Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth, über alle Meere verbreitet (außer den kleinen und sehr eingeschlössenen, wo die Fluthwelle kaum oder gar nicht merklich wird), sind durch die Newton'sche Naturlehre vollständig erklärt, d. h. „in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt.“ Jede dieser periodisch wiederkehrenden Schwankungen des Meerwassers ist etwas länger als ein halber Tag. Wenn sie im offenen Weltmeer kaum die Höhe von einigen Fuß betragen, so steigen sie als Folge der Configuration der Küsten, die sich der kommenden Fluthwelle entgegensetzen, in St. Malo zu 50, in Acadien zu 65 bis 70 Fuß. „Unter der Voraussetzung, daß die Tiefe des Meeres vergleichungsweise mit dem Halbmesser der Erde nicht bedeutend sei, hat die Analyse des großen Geometers Laplace bewiesen, wie die Stetigkeit des Gleichgewichts des Meeres fordere, daß die Dichte seiner Flüssigkeit kleiner sei als die mittlere Dichte der Erde. In der That ist die letztere, wie wir oben gesehen, fünfmal so groß als die des Wassers. Das hohe Land kann also nie überfluthet werden, und die auf den Gebirgen gefundenen Ueberreste von Seethieren können keinesweges durch ehemals höhere Fluthen (durch die Stellung der Sonne und des Mondes veranlaßt) in diese Lage gekommen sein‡).“ Es ist kein geringes Verdienst der Analyse, die in den unwissenschaftlichen Kreisen des sogenannten bürgerlichen Lebens vornehm verschmäht wird, daß Laplace's vollendete Theorie der Ebbe und Fluth es möglich gemacht hat in unsern astronomischen Ephemeriden die Höhe der bei jedem Neu- und Vollmonde zu erwartenden Springfluthen vorherzuverkündigen und so die Küstenbewohner auf die eintretende, besonders bei der Mondnähe noch vermehrte Gefahr aufmerksam zu machen.

Oceanische Strömungen, die einen so wichtigen Einfluß auf den Verkehr der Nationen

*) Humboldt, *Asie centr.* T. II. p. 321 und 327.

†) Sie die numerischen Resultate a. a. D. T. II. p. 328—333. Durch das geodätische Nivellement, welches auf meine Bitte mein vieljähriger Freund, der General Voltz, durch Lloyd und Falmare hat in den Jahren 1823 und 1829 ausführen lassen, ist erwiesen, daß die Sübsee höchstens $\frac{3}{4}$ Fuß höher als das antillische Meer liegt, ja daß zu verschiedenen Stunden der relativen Ebbe und Fluthzeit bald das eine, bald das andere Meer das niedrigere ist. Wenn man bedenkt, daß in einer Länge von 16 Meilen und bei 933 Einstellungen des gebrauchten Niveau's in eben so vielen Stationen man sich leicht um eine halbe Toise habe irren können, so findet man hier einen neuen Beweis des Gleichgewichts der um das Cap Horn strömenden Wasser (Mago im *Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1831* p. 319). Ich hatte durch Barometermessungen, die ich in den Jahren 1799 und 1804 anstellte, schon zu erkennen geglaubt,

daß, wenn ein Unterschied zwischen dem Niveau der Sübsee und des antillischen Meeres vorhanden wäre, derselbe nicht über 3 Meter (9 Fuß 3 Zoll) betragen könne. S. meine *Relat. hist.* T. III. p. 555—557, und *Annales de Chimie* T. I. p. 55—64. Die Messungen, welche den hohen Stand der Wasser im Golf von Mexico und in dem nördlichsten Theile des abriatischen Meeres durch Verbindung der trigonometrischen Operationen von Delcros und Choppin mit denen der schweizerischen und östreichischen Ingenieure beweisen sollen, sind völem Zweifel unterworfen. Es ist trotz der Form des abriatischen Meeres unwahrscheinlich, daß der Wasserspiegel in seinem nördlichen Theile fast 26 Fuß höher als der Wasserspiegel des Mittelmeers bei Marseille und 23, 4 höher als der atlantische Ocean sei. S. meine *Asie centrale* T. II. p. 332.

‡) Bessel über Fluth und Ebbe in Schumacher's *Jahrbuch* für 1838 S. 225.

und auf die klimatischen Verhältnisse der Küsten ausüben, sind fast gleichzeitig von einer Menge sehr verschiedenartiger, theils großer, theils scheinbar kleiner Ursachen abhängig. Dahin gehören: die um die Erde fortschreitende Erscheinungszeit der Ebbe und Fluth; die Dauer und Stärke der herrschenden Winde; die durch Wärme und Salzgehalt unter verschiedenen Breiten und Tiefen modificirte Dichte und specifische Schwere der Wassertheilchen*); die von Osten nach Westen successiv eintretenden und unter den Tropen so regelmäßigen, stündlichen Variationen des Luftdruckes. Die Strömungen bieten das merkwürdige Schauspiel dar, daß sie von bestimmter Breite in verschiedenen Richtungen das Meer flußartig durchkreuzen, während daß nahe Wasserschichten unbewegt gleichsam das Ufer bilden. Dieser Unterschied der bewegten und ruhenden Theile ist am auffallendsten, wo lange Schichten von fortgeführtem Seetang die Schätzung der Geschwindigkeit der Strömung erleichtern. In den unteren Schichten der Atmosphäre bemerkt man bei Stürmen bisweilen ähnliche Erscheinungen der begrenzten Luftströmung. Mitten im dichten Walde werden die Bäume nur in einem schmalen Längensstreifen umgeworfen.

Die allgemeine Bewegung der Meere zwischen den Wendekreisen von Osten nach Westen (Aequatorial- oder Rotations-Strom genannt) wird als eine Folge der fortschreitenden Fluthzeit und der Passatwinde betrachtet. Sie verändert ihre Richtung durch den Widerstand, welchen sie an den vorliegenden östlichen Küsten der Continente findet. Das neue Resultat, welches Daussy aus der Bewegung aufgefangener, von Reisenden absichtlich ausgeworfener Flaschen geschöpft hat, stimmt bis auf $\frac{1}{10}$ mit der Schnelligkeit der Bewegung überein (10 französische milles marins, jede zu 952 Toisen, alle 24 Stunden), welche ich nach der Vergleichung früherer Erfahrungen gefunden†) hatte. Schon in dem Schiffsjournal seiner dritten Reise (der ersten, in welcher er gleich im Meridian der canarischen Inseln in die Tropengegend zu gelangen suchte) sagt Christoph Columbus‡): „ich halte es für ausgemacht, daß die Meereswasser sich von Osten gen Westen bewegen, wie der Himmel (las aguas van con los cielos);“ d. i. wie die scheinbare Bewegung von Sonne, Mond und allen Gestirnen.

Die schmalen Ströme, wahre oceanische Flüsse, welche die Weltmeere durchstreifen, führen warme Wasser in höhere, oder kalte Wasser in niedere Breiten. Zu der ersten Classe gehört der berühmte, von Anghiera||) und besonders von Sir Humphrey Gilbert bereits im sechzehnten Jahrhundert erkannte atlantische Golfstrom¶): dessen erster Anfang und Impuls südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung zu suchen ist, und der in seinem großen Kreislaufe aus dem Meer der Antillen und dem mericanischen Meerbusen durch die Bahama-Straße ausmündet; von Südsüdwest gen Nordnordost gerichtet, sich immer mehr und mehr von dem Littoral der Vereinigten Staaten entfernt und, bei der Bank von Neufundland ostwärts abgelenkt, häufig tropische Saamen (*Mimosa scandens*, *Guilandina bonduc*, *Dolichos urens*) an die Küsten von Irland, von den Hebriden

*) Die relative Dichte der Wassertheilchen hängt (was nicht sorgfältig genug in den Untersuchungen über die Ursache der Strömungen unterschieden wird) gleichzeitig von der Temperatur und der Stärke des Salzgehalts ab. Der unterseichende Strom, welcher die kalten Polarwasser den Aequatoriallegenden zuführt, würde einer ganz entgegengesetzten Richtung vom Aequator gegen die Pole folgen, wenn die Verschiedenheit des Salzgehalts allein wirkte. In dieser Hinsicht ist die geographische Verteilung der Temperatur und der Dichte der Wassertheilchen unter den verschiedenen Breiten- und Längenzonen des Weltmeers von großer Wichtigkeit. Die zahlreichen Beobachtungen von Lenz (Voggenboff's Annalen Bd. XX. 1830 S. 129) und die auf Capitän Beechey's Reise gesammelten (Voyage to the Pacifico Vol. II. p. 727) verdienen eine besondere Beachtung. Vergl. auch Humboldt, Relat. hist. T. I. p. 74 und Asia centrale T. III. p. 356.

†) Humboldt, Relat. hist. T. I. p. 64; Nouvelles Annales des Voyages 1839 p. 255.

‡) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 100. Columbus sagt bald hinzu (Navarrete, Coleccion de los viages y descubrimientos de los Españoles T. I. p. 260), daß „in dem antillischen Meere die Bewegung am stärksten ist.“ In der That nennt jene Region Kennell (Investigation of Currents p. 23) „not a current, but a sea in motion.“

||) Petrus Martyr de Angleria, de Rebus Oceanicis et Orbe Novo, Bas. 1523, Dec. III lib. VI p. 57. Vergl. Humboldt, Examen critique T. II. p. 254–257 und T. III. p. 108.

¶) Humboldt, Examen crit. T. II. p. 250; Relat. hist. T. I. p. 66–74.

und Norwegen wirft. Seine nordöstliche Verlängerung trägt wohlthätig zu der minderen Kälte des Seewassers und des Klima's an dem nördlichsten Cap von Scandinavien bei. Wo der warme Golfstrom sich von der Bank von Neufundland gegen Osten wendet, sendet er*) unweit der Azoren einen Arm gegen Süden. Dort liegt das Sargasso-Meer, die große Fucus-Bank, welche so lebhaft die Einbildungskraft von Christoph Columbus beschäftigte und welche Oviedo die Tang-Wiesen (Praderias de yorva) nennt. Eine Unzahl kleiner Seethiere bewohnen diese ewig grünen, von lauen Lüften hin und her bewegten Massen von Fucus natans, einer der verbreitetsten unter den geselligen Pflanzen des Meeres.

Das Gegenstück zu diesem, fast ganz der nördlichen Hemisphäre zugehörigen Strom im atlantischen Meeresthale zwischen Afrika, Amerika und Europa bildet eine Strömung in der Südsee, deren niedrige, auch auf das Klima des Littorals bemerkbar einwirkende Temperatur ich im Herbst 1802 zuerst aufgefunden habe. Sie bringt die kalten Wasser der hohen südlichen Breiten an die Küsten von Chili, folgt den Küsten dieses Landes und denen von Peru erst von Süden gegen Norden, dann (von der Bucht bei Arica an) von Südsüdost gegen Nordnordwest. Mitten in der Tropengegend hat dieser kalte oceanische Strom zu gewissen Jahreszeiten nur $15^{\circ},6$ ($12^{\circ},2$ R.), während daß die ruhenden Wasser außerhalb des Stromes eine Temperatur von $27^{\circ},5$ und $28^{\circ},7$ (22 — 23° R.) zeigen. Wo das Littoral von Südamerika, südlich von Payta, am meisten gegen Westen vorspringt, beugt der Strom sich plötzlich in derselben Richtung von dem Lande ab, von Osten gegen Westen gewandt: so daß man, weiter nach Norden schiffend, von dem kalten Wasser plötzlich in das warme gelangt.

Man weiß nicht, wie weit die oceanischen Ströme, warme und kalte, gegen den Meeresboden hin ihre Bewegung fortsetzen. Die Ablenkung der süd-afrikanischen Strömung durch die volle 70—80 Brassen tiefe Lagullasbank scheint eine solche Fortpflanzung zu erweisen. Sandbänke und Untiefen, außerhalb der Strömungen gelegen, sind mehrentheils nach der Entdeckung des edlen Benjamin Franklin, durch die Kälte der Wasser erkennbar, welche auf denselben ruhen. Diese Erniedrigung der Temperatur scheint mir in dem Umstande gegründet, daß durch Fortpflanzung der Bewegung des Meeres tiefe Wasser an den Rändern der Bänke aufsteigen und sich mit den oberen vermischen. Mein verewigter Freund Sir Humphry Davy dagegen schrieb die Erscheinung, von der die Seefahrer oft für die Sicherheit der Schifffahrt praktischen Nutzen ziehen könnten, dem Herabsinken der an der Oberfläche nächtlich erkalteten Wassertheile zu. Diese bleiben der Oberfläche näher, weil die Sandbank sie hindert in größere Tiefe herabzusinken. Das Thermometer ist durch Franklin in ein Senkblei umgewandelt. Auf den Untiefen entstehen häufig Nebel, da ihre kälteren Wasser den Dunst aus der Seeluft niederschlagen. Solche Nebel habe ich, im Süden von Jamaica und auch in der Südsee, den Umriß von Bänken scharf und fern erkennbar bezeichnen gesehen. Sie stellen sich dem Auge wie Luftbilder dar, in welchen sich die Gestaltungen des unterseeischen Bodens abspiegeln. Eine noch merkwürdigere Wirkung der wasser-erkaltenden Untiefen ist die, daß sie, fast wie flache Corallen- oder Sandinseln, auch auf die höheren Luftschichten einen bemerkbaren Einfluß ausüben. Fern von allen Küsten, auf dem hohen Meere, bei sehr heiterer Luft, sieht man oft Wolken sich über die Punkte lagern, wo die Untiefen gelegen sind. Man kann dann, wie bei einem hohen Gebirge, bei einem isolirten Pic, ihre Richtung mit dem Compaß aufnehmen.

Außerlich minder gestaltenreich als die Oberfläche der Continente, bietet das Weltmeer bei tieferer Ergründung seines Innern vielleicht eine reichere Fülle des organischen Lebens dar, als irgendwo auf dem Erdräume zusammengedrängt ist. Mit Recht bemerkt in dem anmuthigen Journal seiner weiten Seereisen Charles Darwin, daß unsere Wälder nicht

†) Humboldt, Examen crit. T. III. p. 64—109.

so viele Thiere bergen als die niedrige Waldregion des Oceans, wo die am Boden wuselnden Tanggesträuche der Untiefen oder die frei schwimmenden, durch Wellenschlag und Strömung losgerissenen Fucuszweige ihr zartes, durch Luftzellen emporgehobenes Laub entfalten. Durch Anwendung des Microscops steigert sich noch mehr, und auf eine bewundernswürdige Weise, der Eindruck der Allbelebtheit des Oceans, das überraschende Bewußtsein, daß überall sich hier Empfindung regt. In Tiefen, welche die Höhe unserer mächtigsten Gebirgsketten übersteigen, ist jede der auf einander gelagerten Wasserschichten mit polygastrischen Seegewürmen, Cycloiden und Ophrydinen besetzt. Hier schwärmen, jede Welle in einen Lichtsaum verwandelnd und durch eigene Witterungsverhältnisse an die Oberfläche gelockt, die zahllose Schaar kleiner, funkelnd-blickender Leuchtthiere, Mammarien aus der Ordnung der Alcaeppen, Crustaceen, Peridinium und freiswimmende Nereidinen.

Die Fülle dieser kleinen Thiere und des animalischen Stoffes, den ihre schnelle Zerstörung liefert, ist so unermesslich, daß das ganze Meerwasser für viele größere Seegeschöpfe eine nährnde Flüssigkeit wird. Wenn schon der Reichthum an belebten Formen, die Unzahl der verschiedenartigsten microscopischen und doch theilweise sehr ausgebildeten Organismen die Phantasie anmuthig beschäftigt, so wird diese noch auf eine ernstere, ich möchte sagen feierlichere Weise angeregt durch den Anblick des Grenzenlosen und Unermesslichen, welchen jede Seefahrt darbietet. Wer, zu geistiger Selbstthätigkeit erweckt, sich gern eine eigene Welt im Innern bauet, den erfüllt der Schauplay des freien, offenen Meeres mit dem erhabenen Bilde des Unendlichen. Sein Auge fesselt vorzugsweise der ferne Horizont, wo unbestimmt wie im Dufte Wasser und Luft an einander grenzen, in den die Gestirne hinabsteigen und sich erneuern vor dem Schiffenden. Zu dem ewigen Spiel dieses Wechsels mischt sich, wie überall bei der menschlichen Freude, ein Hauch wehmüthiger Sehnsucht.

Eigenthümliche Vorliebe für das Meer, dankbare Erinnerung an die Eindrücke, die mir das bewegliche Element, zwischen den Wendekreisen, in friedlicher, nächtlicher Ruhe oder aufgeregte im Kampf der Naturkräfte gelassen, haben allein mich bestimmen können, den individuellen Genuß des Anblicks vor dem wohlthätigen Einflusse zu nennen, welchen unbestreitbar der Contact mit dem Weltmeer auf die Ausbildung der Intelligenz und des Charakters vieler Völkerstämme, auf die Vielfältigkeit der Bände, die das ganze Menschengeschlecht umschlingen sollen, auf die Möglichkeit zur Kenntniß der Gestaltung des Erdraums zu gelangen, endlich auf die Vervollkommnung der Astronomie und aller mathematischen und physikalischen Wissenschaften ausgeübt hat. Ein Theil dieses Einflusses war anfangs auf das Mittelmeer und die Gestade des südwestlichen Asiens beschränkt; aber von dem sechzehnten Jahrhundert an hat er sich weit verbreitet, und auf Völker erstreckt, die fern vom Meere im Innern der Continente leben. Seitdem Columbus*) „den Ocean zu entfesseln gesandt war“ (so rief ihm auf seinem Krankenlager, im Traumgesicht am Flusse Belem, eine unbekannte Stimme zu), hat auch der Mensch sich geistig freier in unbekannte Regionen gewagt.

Die zweite, und zwar äußerste und allgemein verbreitete Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer, auf dessen niederem Boden oder Untiefen (Hochebenen und Bergen) wir leben, bietet sechs Classen der Naturerscheinungen dar, welche den innigsten Zusammenhang mit einander zeigen, und aus der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre, aus den Veränderungen der Diaphanität, Polarisation und Färbung, aus denen der Dichtigkeit oder des Druckes, der Temperatur, der Feuchtigkeith und der Electricität entstehen. Enthält die Luft im Sauerstoff das erste Element des physischen Thierlebens, so muß in

*) Die unbekannte Stimme sagte ihm: „maravillosamente Dios hizo sonar tu nombre en la tierra; de los atamientos de la mar Oceana, que estaban cerrados con cadenas tan fuertes, te dió las llaves.“

Der Traum des Columbus ist erzählt in dem Briefe an die catholischen Monarchen vom 7. Julius 1503 (SumboIdt, Examen critique T. III. p. 234).

ihrer Dasein noch eine andere Wohlthat, man möchte sagen höherer Art, bezeichnet werden. Die Luft ist die „Trägerin des Schalles“: also auch die Trägerin der Sprache, der Mittheilung der Ideen, der Geselligkeit unter den Völkern. Wäre der Erdball der Atmosphäre beraubt, wie unser Mond, so stellte er sich uns in der Phantasie als eine klanglose Einöde dar.

Das Verhältniß der Stoffe, welche den uns zugänglichen Schichten des Luftkreises angehören, ist seit dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts ein Gegenstand von Untersuchungen gewesen, an denen Gay-Lussac und ich einen thätigen Antheil genommen haben. Erst ganz neuerlichst hat durch die vortrefflichen Arbeiten von Dumas und Boussingault auf neuen und sicheren Wegen die chemische Analyse der Atmosphäre einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht. Nach dieser Analyse enthält die trockene Luft im Volum 20,8 Sauerstoff und 79,2 Stickstoff; dazu 2 bis 5 Zehntausendtheile Kohlensäure, eine noch kleinere Quantität von gesohltem Wasserstoff*), und nach den wichtigen Versuchen von Saussure und Liebig Spuren von Ammoniacal-Dämpfen†), die den Pflanzen ihre stickstoffhaltige Bestandtheile liefern. Daß der Sauerstoffgehalt nach Verschiedenheit der Jahreszeiten oder der örtlichen Lage auf dem Meere und im Inneren eines Continents um eine kleine, aber bemerkbare Menge variire, ist durch einige Beobachtungen von Lewy wahrscheinlich geworden. Man begreift, daß Veränderungen, welche microscopische animalische Organismen in der in dem Wasser aufgelösten Sauerstoffmenge hervorbringen, Veränderungen in den Luftschichten nach sich ziehen können, die zunächst auf dem Wasser ruhen‡). In einer Höhe von 8226 Fuß (Jaulhorn) war die durch Martins gesammelte Luft nicht sauerstoffärmer als die Luft zu Paris §).

Die Beimischung des kohlensauren Ammoniaks in der Atmosphäre darf man wahrscheinlich für älter halten als das Dasein der organischen Wesen auf der Oberfläche der Erde. Die Quellen der Kohlensäure¶) in dem Luftkreise sind überaus mannigfaltig. Wir nennen hier zuerst die Respiration der Thiere, welche den ausgehauchten Kohlenstoff aus der vegetabilischen Nahrung, wie die Vegetabilien aus dem Luftkreise, empfangen; das Innere der Erde in der Gegend ausgekrannter Vulkane und die Thermalquellen; die Zersetzung einer kleinen Beimischung gesohlten Wasserstoffs in der Atmosphäre durch die in der Tropengegend so viel häufigere electrische Entladung der Wolken. Außer den Stoffen, die wir so eben als der Atmosphäre in allen uns zugänglichen Höhen eigenthümlich genannt haben, finden sich noch zufällig, besonders dem Boden nahe, andere ihr beigesellt, welche theilweise als Miasmen und gasförmige Contagien auf die thierische Organisation gefahrbringend wirken. Ihre chemische Natur ist uns bisher nicht durch unmittelbare Zerlegung erwiesen; wir können aber, durch Betrachtung der Verwesungsprocesse, welche perpetuirlich auf der mit Thier- und Pflanzenstoffen bedeckten Oberfläche unseres Planeten vorgehen, wie durch Combinationen und Analogien aus dem Gebiete der Pathologie geleitet, auf das Dasein solcher schädlichen örtlichen Beimischungen schließen. Ammoniacalische und andere stickstoffhaltige Dämpfe, Schwefelwasserstoffsäure, ja Verbindungen, die den vielbasigen

*) Boussingault, Recherches sur la composition de l'Atmosphère in den Annales de Chimie et de Physique T. LVII. 1834 p. 171—173; derselbe eben daselbst T. LXXI. 1839 p. 116. Nach Boussingault und Lewy oscillirte der Kohlensäure-Gehalt des Luftkreises in Andilly, also fern von den Ausdünstungen der Städte, nur zwischen 0,00028 und 0,00031 im Volum.

†) Liebig in seinem wichtigen Werke: Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie 1840 S. 64—72. Ueber Einfluß der Luft-electricität auf Erzeugung des salpetersauren Ammoniaks, der sich bei Berührung mit Kalt in kohlensauren verwandelt, s. Boussingault, Economie rurale

considérée dans ses rapports avec la Chimie et la Météorologie 1844 T. II. p. 247 und 697 (vergl. auch T. I. p. 84).

‡) Lewy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVII. P. 2. p. 235—248.

§) S. Dumas in den Annales de Chimie 3ème Série T. III. 1841 p. 257.

¶) In dieser Aufzählung ist des nächtlichen Aushauchens der Kohlensäure durch die Pflanzen, indem sie Sauerstoff einhauchen, nicht gedacht, da diese Vermehrung der Kohlensäure reichlich durch den Respirationproceß der Pflanzen während des Tages ersetzt wird. Vergl. Boussingault, Econ. rurale T. I. p. 53—68; Liebig, Organische Chemie S. 16 und 21.

(ternären und quaternären) des Pflanzenreichs *) ähnlich sind, können Miasmen bilden, die unter mannigfaltiger Gestalt (keineswegs bloß auf nassem Sumpfboden oder am Meeresstrande, wo er mit faulenden Mollusken oder mit niedrigen Gebüsch von Rizophora mangle und Avicennien bedeckt ist) Tertärsieber, ja Typhus erregen. Nebel, welche einen eigenthümlichen Geruch verbreiten, erinnern uns in gewissen Jahreszeiten an jene zufälligen Beimischungen des unteren Luftkreises. Winde und der durch die Erwärmung des Bodens erregte aufsteigende Luftstrom erheben selbst feste, aber in feinen Staub zerfallene Substanzen zu beträchtlicher Höhe. Der die Luft auf einem weiten Areal trübende Staub, der um die capverdischen Inseln niederfällt und auf welchen Darwin mit Recht aufmerksam gemacht hat, enthält nach Ehrenberg's Entdeckung eine Anzahl Kieselgepanzelter Infusorien.

Als Hauptzüge eines allgemeinen Naturgemäldes der Atmosphäre erkennen wir: 1) in den Veränderungen des Luftdruckes, die regelmäßigen, zwischen den Tropen so leicht bemerkbaren stündlichen Schwankungen, eine Art Ebbe und Fluth der Atmosphäre, welche nicht der Massenanziehung †) des Mondes zugeschrieben werden darf und nach der geographischen Breite, den Jahreszeiten und der Höhe des Beobachtungsortes über dem Meerespiegel sehr verschieden ist; 2) in der klimatischen Wärmevertheilung, die Wirkung der relativen Stellung der durchsichtigen und undurchsichtigen Massen (der flüssigen und festen Oberflächenträume), wie der hypsometrischen Configuration der Continente, Verhältnisse, welche die geographische Lage und Krümmung der Isothermenlinien (Curven gleicher mittlerer jährlicher Temperatur) in horizontaler oder verticaler Richtung, in der Ebene oder in den über einander gelagerten Luftschichten bestimmen; 3) in der Vertheilung der Luftfeuchtigkeit, die Betrachtung der quantitativen Verhältnisse nach Verschiedenheit der festen und der oceanischen Oberfläche, der Entfernung vom Aequator und von dem Niveau des Meeres, die Formen des niedergeschlagenen Wasserdampfes und den Zusammenhang dieser Niederschläge mit den Veränderungen der Temperatur und der Richtung wie der Folge der Winde; 4) in den Verhältnissen der Luftpolelectricität, deren erste Quelle bei heiterem Himmel noch sehr bestritten wird, das Verhältniß der aufsteigenden Dämpfe zur electricischen Ladung und Gestalt der Wolken nach Maassgabe der Tages- und Jahreszeit, der kalten und warmen Erdzonen, der Tief- und Hochebenen; die Frequenz und Seltenheit der Gewitter; ihre Periodicität und Ausbildung im Sommer und Winter; den Causalzusammenhang der Electricität mit dem so überaus seltenen nächtlichen Hagel, wie mit den von Peltier so scharfsinnig untersuchten Wetterfäulen (Wasser- und Sandhöfen).

Die stündlichen Schwankungen des Barometers, in welchen dasselbe unter den Tropen zweimal (9 Uhr oder 9¼ Uhr Morgens und 10½ oder 10¾ Uhr Abends) am höchsten und zweimal (um 4 oder 4¼ Uhr Nachmittags und um 4 Uhr Morgens, also fast in der heissesten und kältesten Stunde) am niedrigsten steht, sind lange der Gegenstand meiner sorgfältigsten, täglichen und nächtlichen Beobachtungen gewesen ‡). Ihre Regelmässigkeit ist so groß, daß man, besonders in den Tagesstunden, die Zeit nach der Höhe der Quecksilbersäule bestimmen kann, ohne sich im Durchschnitt um 15 bis 17 Minuten zu irren. In der heißen Zone des Neuen Continents, an den Küsten, wie auf Höhen von mehr als

*) Gay-Lussac in den *Annales de Chimie T. LIII. p. 120*; Payen, *Mém. sur la composition chimique des Végétaux p. 36 und 42*; Liebig, *Org. Chemie S. 299—345*; Boussingault, *Econ. rurale T. I. p. 142—153*.

†) Bouvard hat im Jahr 1827 durch Anwendung der Formeln, die Laplace kurz vor seinem Tode dem Längen-Bureau übergeben hatte, gefunden, daß der Theil der stündlichen Oscillationen des Luftdruckes, welcher von der Anziehung des Mondes herrührt, das Quecksilber im Barometer zu Paris nicht über $\frac{19}{1000}$ eines Millimeters

erheben könne: während nach 11jährigen Beobachtungen eben dasselbe die mittlere Barometer-Oscillation von 9 Uhr Morgens bis 3 Uhr Nachmittags 9,756 Millimeter, von 3 Uhr Nachmittags bis 9 Uhr Abends 0,373 Millimeter war. *S. Mémoires de l'Acad. des Sciences T. VII. 1827 p. 267*.

‡) Observations faites pour constater la marche des variations horaires du Baromètre sous les Tropiques, in meiner *Relation historique du Voyage aux Régions Equinoxiales T. III. p. 270—313*.

12000 Fuß über dem Meere, wo die mittlere Temperatur auf 7° herabsinkt, habe ich die Regelmäßigkeit der Ebbe und Fluth des Lustmeers weder durch Sturm, noch durch Gewitter, Regen und Erdbeben gestört gefunden. Die Größe der täglichen Oscillationen nimmt vom Aequator bis zu 70° nördlicher Breite, unter der wir die sehr genauen von Bravais zu Vosskop gemachten Beobachtungen besitzen *), von 1,32 Lin. bis 0,18 Lin. ab. Daß dem Pole viel näher der mittlere Barometerstand wirklich um 10 Uhr Morgens geringer sei als um 4 Uhr Nachmittags, so daß die Wendestunden ihren Einfluß mit einander vertauschen, ist aus Parry's Beobachtungen im Hafen Bowen ($73^{\circ} 14'$) keineswegs zu schließen.

Die mittlere Barometerhöhe ist, wegen des aufsteigenden Luftstroms, unter dem Aequator und überhaupt unter den Wendekreisen etwas geringer †) als in der gemäßigten Zone; sie scheint ihr Maximum im westlichen Europa in den Parallelen von 40° und 45° zu erreichen. Wenn man mit Rücksicht diejenigen Orte, welche denselben mittleren Unterschied zwischen den monatlichen Barometer Extremen darbieten, durch isobarometrische Linien mit einander verbindet, so entstehen dadurch Curven, deren geographische Lage und Krümmungen wichtige Aufschlüsse über den Einfluß der Ländergestalt und Meervertiefung auf die Oscillationen der Atmosphäre gewähren. Hindustan mit seinen hohen Bergketten und triangularen Halbinseln, die Ostküste des Neuen Continents, da wo der warme Golfstrom bei Newfoundland sich östlich wendet, zeigen größere isobarometrische Schwankungen als die Antillen und das westliche Europa. Die herrschenden Winde üben den hauptsächlichsten Einfluß auf die Verminderung des Luftdrucks aus; dazu nimmt mit derselben, wie wir schon oben erwähnt, nach Daussey, die mittlere Höhe des Meeres zu ‡).

Da die wichtigsten sowohl, nach Stunden und Jahreszeiten regelmäßig wiederkehrenden, als die zufälligen, oft gewaltsamen und gefahrbringenden ||) Veränderungen des Luftdrucks, wie alle sogenannten Witterungs-Erscheinungen, ihre Hauptursach in der wärmenden Kraft der Sonnenstrahlen haben; so hat man früh, zum Theil nach Lambert's Vorschlag, die Windrichtungen mit den Barometerständen, den Abwechselungen der Temperatur, der Zu- und Abnahme der Feuchtigkeit verglichen. Tafeln des Luftdrucks bei verschiedenen Winden, mit dem Namen barometrischer Windrosen bezeichnet, gewähren einen tieferen Blick §) in den Zusammenhang meteorologischer Phänomene. Mit bewundernswürdigem Scharfsinn erkannte Dore in dem Drehungsgesetze der Winde beider Hemisphären, das er aufstellte, die Ursach vieler großartigen Veränderungen (Process) im Luft-Ocean **). Die Temperatur-Differenz zwischen dem Aequator und den den Polen nahen Gegenden erzeugt zwei entgegengesetzte Strömungen in den oberen Regionen der Atmosphäre und an der Erdoberfläche. Wegen Verschiedenheit der Rotationsgeschwindigkeit der dem Pole oder dem Aequator näher liegenden Punkte wird die vom

*) Bravais in Koemtz et Martins. *Météorologie* p. 263. Zu Halle (Br. $51^{\circ} 29'$) ist die Größe der Oscillationen noch 0,28 Linien. Auf den Bergen in der gemäßigten Zone scheint eine große Menge von Beobachtungen erforderlich zu sein, um zu einem sicheren Resultate über die Wendestunden zu gelangen. Vergl. die Beobachtungen stündlicher Variationen, welche auf dem Frankb. 1832, 1841 und 1842 gesammelt wurden, in Martins, *Météorologie* p. 254.

†) Humboldt, *Essai sur la Géographie des Plantes* 1807 p. 90. Derselbe in *Rel. hist. T. III.* p. 313, und über den verminderten Luftdruck in der Tropengend des atlantischen Oceans in *Poggend. Annalen der Physik* Bd. XXXVII. S. 245—258 und S. 468—486.

‡) Daussey in den *Comptes rendus* T. III. p. 136.

§) Dove über die Stürme, in *Poggend. Ann.* Bd. LII. S. 1.

||) Leopold von Buch, *barometrische Windrose*, in

den *Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin* aus den J. 1818—1819 S. 187.

**) S. Dove, meteorologische Untersuchungen 1837 S. 99—243, und die scharfsinnigen Bemerkungen von R. Amg über das Herabsinken des Westwindes der oberen Luftschichten in höheren Breiten und die allgemeinen Phänomene der Windbeschiebung in seinen Vorlesungen über Meteorologie 1840 S. 58—66, 196—200, 327—336, 353—364; R. Amg in Schumader's *Nachbuch* für 1838 S. 291—302. Eine sehr gelungene und lebendige Darstellung meteorologischer Ansichten hat Dove in seiner kleinen Schrift: *Witterungsverhältnisse von Berlin* 1842 gegeben. Ueber frühe Kenntniß der Seefahrer von der Drehung des Windes vergl. Churruca, *Viage al Magellanes* 1793 p. 15 und über einen denkwürdigen Ausdruck von Christoph Columbus, den und sein Sohn Don Fernando Colon in *Vida del Almirante* cap. 55 erhalten hat, Humboldt, *Examen critique de l'hist. de la Géographie* T. IV. p. 253.

Pole herströmende Luft östlich, der Aequatorialstrom aber westlich abgelenkt. Von dem Kampfe dieser beiden Ströme, dem Ort des Herabkommens des höheren, dem abwechselnden Verdrängen des einen durch den anderen hängen die größten Phänomene des Luftdrucks, der Erwärmung und Erkältung der Luftschichten, der wässrigen Niederschläge, ja, wie Dove genau dargestellt hat, die Bildung der Wolken und ihre Gestaltung ab. Die Wolkenform, eine alles belebende Zierde der Landschaft, wird Verkündigerin dessen, was in der oberen Luftregion vorgeht, ja bei ruhiger Luft, am heißen Sommerhimmel auch das „projectirte Bild“ des wärmestrahrenden Bodens.

Wo dieser Einfluß der Wärmestrahlung durch die relative Stellung großer continen-
taller und oceanischer Flächen bedingt ist, wie zwischen der Ostküste von Afrika und der Westküste der indischen Halbinsel, mußte diese, sich mit der Declination der Sonne periodisch verändernde Windesrichtung in den indischen Monsunen*), dem Hippalos der griechischen Seefahrer, am frühesten erkannt und benützt werden. In einer, gewiß seit Jahrtausenden in Hindustan und China verbreiteten Kenntniß der Monsune, im arabischen östlichen und malayischen westlichen Meere, lag, wie in der noch älteren und allgemeineren Kenntniß der Land- und Seewinde, gleichsam verborgen und eingehüllt der Keim unseres jetzigen, so schnell fortschreitenden meteorologischen Wissens. Die lange Reihe magnetischer Stationen, welche nun von Moskau bis Peking durch das ganze nördliche Asien gegründet sind, können, da sie auch die Erforschung anderer meteorologischer Verhältnisse zum Zwecke haben, für das Geseß der Winde von großer Wichtigkeit werden. Die Vergleichung von Beobachtungsorten, die so viele hundert Meilen von einander entfernt liegen, wird entscheiden, ob z. B. ein gleicher Ostwind von der wüsten Hochebene Gobi bis in das Innere von Rußland wehe, oder ob die Richtung des Luftstromes erst mitten in der Stationskette, durch Herabsenkung der Luft aus den höheren Regionen, ihren Anfang genommen hat. Man wird dann im eigentlichen Sinne lernen, woher der Wind komme. Wenn man das gesuchte Resultat nur auf solche Orte stützen will, in denen die Windesrichtungen länger als 20 Jahre beobachtet worden sind, so erkennt man (nach Wilhelm Mahlmann's neuester und sorgfältiger Berechnung), daß in den mittleren Breiten der gemäßigten Zone in beiden Continenten ein westsüdwestlicher Luftstrom der herrschende ist.

Die Einsicht in die Wärmervertheilung im Luftkreise hat einigermaßen an Klarheit gewonnen, seitdem man versucht hat die Punkte, in welchen die mittleren Temperaturen des Jahres, des Sommers und des Winters genau ergründet worden sind, durch Linien mit einander zu verbinden. Das System der Isothermen, Isotheren und Isochimenen, welches ich zuerst im Jahr 1817 aufgestellt, kann vielleicht, wenn es durch vereinte Bemühungen der Physiker allmählig vervollkommenet wird, eine der Hauptgrundlagen der vergleichenden Klimatologie abgeben. Auch die Ergründung des Erdmagnetismus hat eine wissenschaftliche Form erst dadurch erlangt, daß man die zerstreuten partiellen Resultate in Linien gleicher Abweichung, gleicher Neigung und gleicher Kraftintensität mit einander graphisch verband.

Der Ausdruck Klima bezeichnet in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsre Organe merklich afficiren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometrischen Druckes, den ruhigen Luftzustand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der electrischen Spannung, die Reinheit der Atmosphäre oder die Vermengung mit mehr oder minder schädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich

*) Monsun (malayisch musim, der hippalus der Griechen) wird abgeleitet von dem arabischen Worte mausim, bestimmte Zeit, Jahreszeit, Zeit der Versammlung der Pilger in Mecca. Das Wort ist auf die Jahreszeit der regelmäßigen Winde übertragen, welche Namen haben von den Gegenden, aus denen sie wehen; so sagt man Mausim von Aden, Guzerat, Malabar u. s. w. (Vassén, Indische Alterthumskunde Bd. I. 1813 S. 211.) Ueber den Gegensatz der festen oder flüssigen Grundlage der Atmosphäre s. Dove in den Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 239.

den Grad habituellder Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels; welcher nicht bloß wichtig ist für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwicklung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Gefühle und ganze Seelenstim- mung des Menschen.

Wenn die Oberfläche der Erde aus einer und derselben homogenen flüssigen Masse oder aus Gesteinschichten zusammengesetzt wäre, welche gleiche Farbe, gleiche Dichtigkeit, gleiche Glätte, gleiches Absorptionsvermögen für die Sonnenstrahlen besäßen und auf gleiche Weise durch die Atmosphäre gegen den Weltraum ausstrahlten, so würden die Isothermen, Isotheren und Isochimenen sämmtlich dem Aequator parallel laufen. In diesem hypothetischen Zustande der Erdoberfläche wären dann, in gleichen Breiten, Absorptions- und Emissionsvermögen für Licht und Wärme überall dieselben. Von diesem mittleren, gleichsam primitiven Zustande, welcher weder Strömungen der Wärme im Inneren und in der Hölle des Erdbähreids, noch die Fortpflanzung der Wärme durch Luftströmungen ausschließt, geht die mathematische Betrachtung der Klimate aus. Alles, was das Absorptions- und Ausstrahlungsvermögen an einzelnen Theilen der Oberfläche, die auf gleichen Parallellkreisen liegen, verändert, bringt Insuperionen in den Isothermen hervor. Die Natur dieser Insuperionen, der Winkel, unter welchem die Isothermen, Isotheren oder Isochimenen die Parallellkreise schneiden, die Lage der converen oder concaven Scheitel in Bezug auf den Pol der gleichnamigen Hemisphäre sind die Wirkung von wärme- oder kälte-erregenden Ursachen, die unter verschiedenen geographischen Längen mehr oder minder mächtig auftreten.

Die Fortschritte der Klimatologie sind auf eine merkwürdige Weise dadurch begünstigt worden, daß die europäische Civilisation sich an zwei einander gegenüberstehenden Küsten verbreitet hat, daß sie von unserer westlichen Küste zu einer östlichen jenseits des atlantischen Ebales übergegangen ist. Als die Britten, nach den von Island und Grönland ausgegangenen erbemeren Niederlassungen, die ersten bleibenden Ansiedelungen in dem Littoral der Vereinigten Staaten von Nordamerika gründeten, als religiöse Verfolgungen, Janatismus und Freiheitsliebe die Colonialbevölkerung vergrößerten; mußten die Ansiedler (von Nord-Carolina und Virginien an bis zum St. Lorenz-Strome) über die Winterkälte ersaunen, die sie erlitten, wenn sie dieselbe mit der von Italien, Frankreich und Schottland unter denselben Breitengraden verglichen. Eine solche klimatische Betrachtung, so anregend sie auch hätte sein sollen, trug aber nur dann erst Früchte, als man sie auf numerische Resultate mittlerer Jahreswärme gründen konnte. Vergleicht man zwischen 58° und 30° nördlicher Breite Nain an der Küste von Labrador mit Gothenburg, Halifax mit Bordeaux, Neu-York mit Neapel, San Augustin in Florida mit Cairo; so findet man unter gleichen Breitengraden die Unterschiede der mittleren Jahrestemperatur zwischen Ost-Amerika und West-Europa, von Norden gegen Süden fortschreitend: 11°, 5; 7°, 7; 3°, 8 und fast 0°. Die allmähliche Abnahme der Unterschiede in der gegebenen Reihe von 28 Breitengraden ist auffallend. Noch südlicher, unter den Wendekreisen selbst, sind die Isothermen überall in beiden Welttheilen dem Aequator parallel. Man sieht aus den hier gegebenen Beispielen, daß die in gesellschaftlichen Kreisen so oft wiederholten Fragen: um wie viel Grad Amerika (ohne Ost- und Westküsten zu unterscheiden) kälter als Europa sei, um wie viel die mittleren Jahreswärmen in Canada und den Vereinigten nordamerikanischen Staaten niedriger als unter gleicher Breite in Europa seien, allgemein ausgedrückt, keinen Sinn haben. Der Unterschied ist unter jedem Parallel ein anderer; und ohne specielle Vergleichung der Winter- und Sommertemperatur an den gegenüberstehenden Küsten kann man sich von den eigentlichen klimatischen Verhältnissen, in so fern sie auf den Ackerbau, auf die Gewerbe und das Gefühl der Behaglichkeit oder Unbehaglichkeit Einfluß haben, keinen deutlichen Begriff machen.

Bei der Aufzählung der Ursachen, welche Störungen in der Gestalt der Isotherme

hervorbringen, unterscheide ich die temperatur=erhöhenden und temperatur=vermindernden Ursachen. Zu der ersten Classe gehören: die Nähe einer Westküste in der gemäßigten Zone; die in Halbinseln zerschnittene Gestalt eines Continents; seine tiefeintretenden Bufen und Binnenmeere; die Orientirung, d. h. das Stellungsverhältniß eines Theils der Feste, entweder zu einem eisfreien Meere, das sich über den Polarkreis hinaus erstreckt, oder zu einer Masse continentalen Landes von beträchtlicher Ausdehnung, welches zwischen denselben Meridianen unter dem Aequator oder wenigstens in einem Theile der tropischen Zone liegt; ferner das Vorherrschcn von Süd- und Westwinden an der westlichen Grenze eines Continents in der gemäßigten nördlichen Zone; Gebirgsketten, die gegen Winde aus kälteren Gegenden als Schutzmauern dienen; die Seltenheit von Sümpfen, die im Frühjahr und Anfang des Sommers lange mit Eis belegt bleiben, und der Mangel an Wäldern in einem trodenen Sandboden; endlich die stete Heiterkeit des Himmels in den Sommermonaten und die Nähe eines pelagischen Stromes, wenn er Wasser von einer höheren Temperatur, als das umliegende Meer besitzt, herbeiführt.

Zu den die mittlere Jahrestemperatur verändernden kälteerregenden Ursachen zähle ich: die Höhe eines Orts über dem Meerespiegel, ohne daß bedeutende Hochebenen auftreten; die Nähe einer Ostküste in hohen und mittleren Breiten; die massenartige (compacte) Gestalt eines Continents ohne Küstenkrümmung und Bufen; die weite Ausdehnung der Feste nach den Polen hin bis zu der Region des ewigen Eises (ohne daß ein im Winter offen bleibendes Meer dazwischen liegt); eine Position geographischer Längs, in welcher der Aequator und die Tropenregion dem Meere zugehören, d. i. den Mangel eines festen sich stark erwärmenden, wärmestrahrenden Tropenlandes zwischen denselben Meridianen als die Gegend, deren Klima ergründet werden soll; Gebirgsketten, deren mauerartige Form und Richtung den Zutritt warmer Winde verhindert, oder die Nähe isolirter Gipfel, welche längs ihren Abhängen herabsinkende kalte Luftströme verursachen; ausgedehnte Wälder, welche die Insolation des Bodens hindern, durch Lebensthätigkeit der appendiculären Organe (Blätter) große Verdunstung wärriger Flüssigkeit hervorbringen, mittelst der Ausdehnung dieser Organe die durch Ausstrahlung sich abkühlende Oberfläche vergrößern, und also dreifach: durch Schattentüble, Verdunstung und Strahlung, wirken; häufiges Vorkommen von Sümpfen, welche im Norden bis in die Mitte des Sommers eine Art unterirdischer Gletscher in der Ebene bilden; einen nebligen Sommerhimmel, der die Wirkung der Sonnenstrahlen auf ihrem Wege schwächt; endlich einen sehr heiteren Winterhimmel, durch welchen die Wärmestrahlung begünstigt wird*).

Die gleichzeitige Thätigkeit der störenden (erwärmenden oder erkältenden) Ursachen bestimmt als Totaleffect (besonders durch Verhältnisse der Ausdehnung und Configuration zwischen den undurchsichtigen continentalen und den flüssigen oceanischen Massen) die Inflexionen der auf die Erdoberfläche projectirten Isothermen. Die Perturbationen erzeugen die converen und concaven Scheitel der isothermen Curven. Es giebt aber störende Ursachen verschiedener Ordnung; jede derselben muß anfangs einzeln betrachtet werden: später, um den Totaleffect auf die Bewegung (Richtung, örtliche Krümmung) der Isothermen-Linie zu ergründen, muß gefunden werden, welche dieser Wirkungen, mit einander verbunden, sich modificiren, vernichten oder aufhäufen (verstärken); wie das bekanntlich bei kleinen Schwingungen geschieht, die sich begegnen und durchkreuzen. So ist der Geist der Methode, der es, wie ich mir schmeichle, einst möglich werden wird unermessliche Reihen scheinbar isolirt stehender Thatsachen mit einander durch empirische, numerisch ausgedrückte Gesetze zu verbinden und die Nothwendigkeit ihrer gegenseitigen Abhängigkeit zu erweisen.

*) Humboldt, Recherches sur les causes des Inflexions des Lignes isothermes in Asie centr. T. III. p. 103—114, 118, 122, 188.

Da als Gegenwirkung der Passate (der Stwinde der Tropenzone) in beiden gemäßigten Zonen West- oder Westsüdwestwinde die herrschenden Luftströmungen sind und da diese für eine Ostküste Land-, für eine Westküste Seewinde sind (d. h. über eine Fläche streichen, die wegen ihrer Masse und des Herabsinkens der erkalteten Wassertheilchen keiner großen Erhaltung fähig ist); so zeigen sich, wo nicht oceanische Strömungen dem Littorale nahe auf die Temperatur einwirken, die Ostküsten der Continente kälter als die Westküsten. Cook's junger Begleiter auf der zweiten Erdumseglung, der geistreiche Georg Forster, welchem ich die lebhafteste Anregung zu weiten Unternehmungen verdanke, hat zuerst auf eine recht bestimmte Weise auf die Temperatur-Unterschiede der Ost- und Westküsten in beiden Continenten, wie auf die Temperatur-Ähnlichkeit der Westküste von Nordamerika in mittleren Breiten mit dem westlichen Europa aufmerksam gemacht*).

Selbst in nördlichen Breiten geben sehr genaue Beobachtungen einen auffallenden Unterschied zwischen der mittleren Jahrestemperatur der Ost- und Westküste von Amerika. Diese Temperatur ist zu Nain in Labrador (Br. $57^{\circ} 10'$) volle $3^{\circ}, 8$ unter dem Gefrierpunkte, während sie an der Nordwestküste in Neu-Archangelst im russischen Amerika (Br. $57^{\circ}, 3'$) noch $6^{\circ} 9$ über dem Gefrierpunkte ist. An dem ersten Orte erreicht die mittlere Sommertemperatur kaum $6^{\circ}, 2$, während sie am zweiten noch $13^{\circ} 8$ ist. Peking ($39^{\circ} 54'$) an der Ostküste von Asien hat eine mittlere Jahrestemperatur ($11^{\circ}, 3$), die über 5° geringer ist als die des etwas nördlicher liegenden Neapels. Die mittlere Temperatur des Winters in Peking ist wenigstens 3° unter dem Gefrierpunkt, wenn sie im westlichen Europa, selbst zu Paris ($48^{\circ} 50'$), volle $3^{\circ}, 3$ über dem Gefrierpunkt erreicht. Peking hat also eine mittlere Winterkälte, die $2\frac{1}{2}$ größer ist als das siebzehn Breitengrade nördlichere Kopenhagen.

Wir haben schon oben der Langsamkeit gedacht, mit welcher die große Wassermasse des Oceans den Temperaturveränderungen der Atmosphäre folgt, und wie dadurch das Meer temperatureausgleichend wirkt. Es mäßigt dasselbe gleichzeitig die Rauheit des Winters und die Hitze des Sommers. Daraus entsteht ein zweiter wichtiger Gegensatz: der zwischen dem Insel- oder Küstenklima, welches alle gegliederte, busen- und halbinselreiche Continente genießen, und dem Klima des Inneren großer Massen festen Landes. Dieser merkwürdige Gegensatz ist in seinen mannigfaltigen Erscheinungen, in seinem Einflusse auf die Kraft der Vegetation und das Gedeihen des Ackerbaues, auf die Durchsichtigkeit des Himmels, die Wärmestrahlung der Erdoberfläche und die Höhe der ewigen Schneegrenze zuerst in Leopolds von Buch Werken vollständig entwickelt worden. Im Innern des asiatischen Continents haben Tobolsk, Barnaul am Obi und Irkutsk Sommer wie in Berlin, Münster und Cherbourg in der Normandie; aber diesen Sommern folgen Winter, in welchen der kälteste Monat die schreckhafte Mitteltemperatur von -18° bis -20° hat. In den Sommermonaten sieht man wochenlang das Thermometer auf 30° und 31° . Solche Continental-Klimate sind daher mit Recht von dem auch in Mathematik und Physik so erfahrenen Buffon excessiv genannt worden; und die Einwohner, welche in Ländern der excessiven Klimate leben, scheinen fast verdammt, wie Dante †) im Purgatorio singt,

a sofferrir tormenti caldi e geli.

Ich habe in keinem Erdtheile, selbst nicht in den canarischen Inseln oder in Spanien oder im südlichen Frankreich, herrlicheres Obst, besonders schönere Weintrauben, gesehen als in Astrachan nahe den Ufern des caspischen Meeres ($46^{\circ} 21'$). Bei einer mittleren Temperatur des Jahres von etwa 9° steigt die mittlere Sommerwärme auf $21^{\circ}, 2$, wie um Bor-

*) Georg Forster, *Meine Schriften* Th. III. 1794 S. 87; Dove in Schumacher's *Jahrbuch* für 1841 S. 289; Râmz, *Meteorologie* Bd. II. S. 41, 43, 67 und 96; Arago in den *Comptes rendus* T. I. p. 268.

†) Dante, *Divina Commedia*, Purgatorio canto III.

deaur: während nicht bloß dort, sondern noch weiter südlich, zu Kislar an der Terek-Mündung (in den Breiten von Aigoun und Rimini), das Thermometer im Winter auf -25° und -30° herabsinkt.

Irland, Guernsey und Jersey, die Halbinsel Bretagne, die Küsten der Normandie und des südlichen Englands liefern durch die Milde ihrer Winter, die niedrige Temperatur und den nebelverschleierte Himmel ihrer Sommer den auffallendsten Contrast mit dem Continental-Klima des inneren östlichen Europa. In Nordost von Irland ($54^{\circ} 56'$) unter Einer Breite mit Königsberg in Preußen vegetirt die Myrte üppig wie in Portugal. Der Monat August, welcher in Ungarn 21° erreicht, hat in Dublin (auf derselben Isotherme von $9^{\circ} \frac{1}{2}$) kaum 16° ; die mittlere Winterwärme, die in Osn zu $-2^{\circ}, 4$ herabsinkt, ist in Dublin (bei der geringen Jahreswärme von $9^{\circ}, 5$) noch $4^{\circ}, 3$ über dem Gefrierpunkt: d. i. noch 2° höher als in Mailand, Pavia, Padua und der ganzen Lombardei, wo die mittlere Jahreswärme volle $12^{\circ}, 7$ erreicht. Auf den Orkney's-Inseln (Stromneß), keinen halben Grad südlicher als Stockholm, ist der Winter 4° , also wärmer als in Paris, fast so warm als in London. Selbst auf den Färöer-Inseln in 62° Breite gefrieren unter dem begünstigenden Einflusse der Westwinde und des Meeres die Binnenwasser nie. An der lieblichen Küste von Devonshire, wo der Hafen Salcombe wegen seines milden Klima's das Montpellier des Nordens genannt worden ist, hat man *Agave mexicana* im Freien blühen, Drangen, die an Spalieren gezogen und kaum mit Matten geschützt wurden, Früchte tragen sehen. Dort, wie zu Penzance und Gosport und an der Küste der Normandie zu Cherbourg steigt die mittlere Wintertemperatur über $5^{\circ}, 5$; d. i. nur $1^{\circ}, 3$ weniger hoch als die Winter von Montpellier und Florenz*). Die hier angedeuteten Verhältnisse zeigen, wie wichtig für die Vegetation, den Ackerbau, die Obstcultur, und das Gefühl klimatischer Behaglichkeit die so verschiedene Vertheilung einer und derselben mittleren Jahrestemperatur unter die verschiedenen Jahreszeiten ist.

Die Linien, welche ich Isoclimenen und Isotheren (Linien gleicher Winter- und Sommerwärme) nenne, sind keineswegs den Isothermen (Linien gleicher Jahrestemperatur) parallel. Wenn da, wo Myrten wild wachsen und die Erde sich im Winter nie bleibend in Schnee einhüllt, die Temperatur des Sommers und Herbstes nur noch (man möchte fast sagen: kaum noch) hinlänglich ist Aepfel zur vollen Reife zu bringen, wenn die Weinrebe, um trinkbaren Wein zu geben, die Inseln und fast alle Küsten (selbst die westlichen) flieht; so liegt der Grund davon keineswegs allein in der geringeren Sommerwärme des Littorals, die unsere im Schatten der Luft ausgesetzten Thermometer anzeigen; er liegt in dem bisher so wenig beobachteten und doch in anderen Erscheinungen (der Entzündung eines Gemisches von Chlor und Wasserstoffgas) so wirksamen Unterschiede des directen und zerstreuten Lichtes bei heiterem oder durch Nebel verschleiertem Himmel. Ich habe seit langer Zeit†) die Aufmerksamkeit der Physiker und Pflanzenphysiologen auf diese Unterschiede, auf die ungemessene örtlich in der belebten Pflanzengelle durch directes Licht entwickelte Wärme zu leiten gesucht.

*) *Sumbolbt*, sur les Lignes isothermes in den Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil T. III. Paris 1817 p. 143—165; Knight in den Transactions of the Horticultural Society of London Vol. I. p. 32; Watson, Remarks on the geographical Distribution of British Plants 1835 p. 60; Trevelyan in Jameston's New Edinb. Philos. Journal No. 18 p. 154; *Wahmann* in seiner vortheilhaftesten deutschen Uebersetzung und Bearbeitung meiner Asie centrale Th. II. S. 60.

†) „Hæc de temperie aëris, qui terram late circumfundit, ac in quo, longe a solo, instrumenta nostra meteorologica suspensa habemus. Sed alia est caloris vis, quem radii solis nullis nubibus velati, in foliis ipsi et fructibus maturescentibus, magis minusve coloratis, gignunt, quemque, ut egregia de-

monstrant experimenta amicissimorum Gay-Lussacii et Thenardi de combustione chlori et hydrogenis, ope thermometri metiri nequis. Etenim locis planis et montanis, vento libe spirante, circumfusi aëris temperies eadem esse potest coelo sudo vel nubo; ideoque ex observationibus solis thermometricis, nullo adhibito Photometro, haud cognoscas, quam ob causam Galliae septentrionalis tractus Armoricanus et Nervicus, versus littora, coelo temperato sed sole raro utentia, Vitem fere non tolerant. Egent enim stirpes non solum caloris stimulo, sed et lucis, quae magis intensa locis excelsis quam planis, duplici modo plantas movet, vi sua propria, tum calorem in superficie earum excitante.“ (*Sumbolbt* de distributione geographica plantarum 1817 p. 163—164.)

Wenn man in der thermischen Scale der Culturarten*) von denen anhebt, die das heißeste Klima erfordern, also von der Vanille, dem Cacao, dem Pisang und der Cocospalme zu Ananas, Zuckerrohr, Caffee, fruchttragenden Dattelpalmen, Baumwolle, Citronen, Delbaum, ächten Kastanien, trinkbarem Weine herabsteigt; so lehrt die genaue geographische Betrachtung der Culturgrenzen gleichzeitig in der Ebene und an dem Abhange der Berge, daß hier andere klimatische Verhältnisse als die mittlere Temperatur des Jahres wirken. Um nur des einzigen Beispiels des Weinbaues zu erwähnen, so erinnere ich, daß, um trinkbaren f) Wein hervorzubringen, nicht bloß die Jahreswärme $9\frac{1}{2}$ übersteigen, sondern auch einer Wintermilde von mehr als $+0^{\circ},5$ eine mittlere Sommertemperatur von wenigstens 18° folgen muß. Bei Bordeaux am Flußthal der Garonne (Br. $44^{\circ} 50'$) sind die Temperaturen des Jahres, des Winters, des Sommers und des Herbstes $13^{\circ}, 8; 6^{\circ}, 2; 21^{\circ}, 7$ und $14^{\circ}, 4$. In den baltischen Ebenen (Br. $52^{\circ} 1/2$), wo ungenießbare Weine erzeugt, und doch getrunken werden, sind diese Zahlen $8^{\circ}, 6; -0^{\circ}, 7; 17^{\circ}, 6$ und $8^{\circ}, 6$. Wenn es befremdend scheinen kann, daß die großen Verschiedenheiten, welche die vom Klima begünstigte oder erschwerte Weincultur zeigt, sich nicht noch deutlicher in unseren Thermometerangaben offenbaren; so wird diese Befremdung durch die Betrachtung vermindert, daß ein im Schatten beobachtetes gegen die Wirkungen der directen Insolation und nächtlichen Strahlung fast geschütztes Thermometer nicht in allen Theilen des Jahres bei periodischen Wärmeveränderungen die wahre oberflächliche Temperatur des die ganze Insolation empfangenden Bodens anzeigt.

Wie das milde, jahrzeitengleichere Küstenklima der Halbinsel Bretagne sich zum winterkälteren und sommerheißeren Klima der übrigen compacten Ländermasse von Frankreich verhält, so verhält sich gewissermaßen Europa zum großen Festlande von Asien, dessen westliche Halbinsel es bildet. Europa verdankt sein sanfteres Klima: der Existenz und Lage von Afrika, das in weiter Ausdehnung, den aufsteigenden Luftstrom begünstigend, einen festen wärmestrahrenden Boden der Tropenregion darbietet, während südlich von Asien die Aequatorialgegend meist ganz oceanisch ist; seiner Gliederung und Meeresnähe an der

*) Humboldt a. a. O. p. 156—161; Meyen in seinem Grundriß der Pflanzengeographie 1836 S. 379—407; Boussingault, Economie rurale T. II. p. 675.

f) Ihnen folgt eine die europäische Weincultur erläuternde Tabelle in absteigender Scale, gleichsam die Verschlechterung des Weines nach Abnahme der klimatischen Verhältnisse darstellend. S. meine Asie centrale T. III. p. 159. Den Weinreben, welche im Tertiären des Kosmos über die Weincultur bei Bordeaux und Pörsdam gegeben worden, sind noch die numerischen Verhältnisse der Rhein- und Maingegenden (Br. $48^{\circ} 35' - 50^{\circ} 7'$) beigelegt. Cherbourg (Normandie) und Irland offenbaren am deutlichsten, wie bei Temperaturverhältnissen, welche von denen des innern Landes nach Angabe der im Schatten beobachteten Thermometer wenig verschieden sind, die Pflanze bei heiterem sonnigen oder durch Nebel verschleiertem Himmel reife oder unreife Früchte trägt. Die große Uebereinstimmung in der Verteilung der Jahreswärme unter die verschiedenen Jahreszeiten, welche die Angaben vom Rhein- und Mainthale darbieten, zeugt für die Genauigkeit der angewandten meteorologischen Beobachtungen. Als Winter sind, wie in meteorologischen Tabellen am vortheilhaftesten ist, die Monate December, Januar und Februar gerechnet. Die Thermometergrade sind, wie im ganzen Kosmos, in hunderttheiliger Scale. Wenn man die Qualität der Weine in Franken oder den baltischen Ländern mit der mittleren Temperatur der Sommer- und Herbstmonate um Würzburg und Berlin vergleicht, so ist man fast verwundert, nur 1° bis $1,2$ Unterschied zu finden; aber die Frühlings-Temperaturen sind um 2° verschieden; und die Blüthezeit der Rebe bei späten Maifrüsten, nach ei-

nem ebenfalls um 2° kälteren Winter, ist ein eben so wichtiges Element als die Zeit der späten Reife der Traube und die Wirkung des directen, nicht zerstreuten (diffusen) Lichtes bei unbedeckter Sonnenscheibe. Der im Tertiären Unterschied zwischen der wahren oberflächlichen Bodentemperatur und den Angaben eines im Schatten beobachteten geschützten Thermometers ist von Dece durch fünfsechsjährige Resultate aus dem Garten zu Chiswick bei London ergründet worden. (Vericht über die Verhandl. der Berl. Akad. der Wiss. August 1844 S. 285.)

Orte.	Jahre.	Jahre in 2 Zeilen.		Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbst.	Produktion-Jahre.
		Preile.	Wärme.					
Bordeaux	44° 50'	4	13° 9'	6° 1'	13° 3'	21° 7'	14° 4'	10
Strasbourg	48° 35'	75	9,8	1,2	10,0	18,1	10,0	35
Heidelberg	49° 24'	52	9,7	1,1	10,0	17,9	9,9	20
Mannheim	49° 29'	47	10,3	1,5	10,4	19,5	9,8	12
Würzburg	49° 48'	88	10,1	1,6	10,2	18,7	9,7	27
Frankfurt a. M.	50° 7'	60	9,6	0,8	10,0	18,0	9,7	19
Berlin	52° 31'	16	8,6	-0,6	8,1	17,5	8,6	22
Cherbourg sein Wein	49° 39'	0	11,2	5,2	10,4	16,5	12,5	3
Dublin	53° 23'	0	9,5	4,6	8,4	15,3	9,8	13

westlichen Küste der alten Feste, dem eisfreien Meere, da, wo es sich gegen Norden ausdehnt. Europa würde demnach kälter werden*), wenn Afrika, vom Meere übersüthet, unterginge; wenn die mythische Atlantis aufstiege und Europa mit Nordamerika verbände; wenn der wärmende Golfstrom nicht in die nördlichen Meere sich ergösse, oder wenn ein anderes festes Land sich, vulkanisch gehoben, zwischen die scandinavische Halbinsel und Spitzbergen einschöbe. Sieht man in Europa die mittleren Jahrestemperaturen sinken, indem man unter denselben Parallelskreisen von der atlantischen Küste, von Frankreich aus durch Deutschland, Polen und Rußland gegen die Uralkette, also von Westen nach Osten fortschreitet; so ist die Hauptursach dieses Erkältungsphänomens in der nach und nach minder gegliederten, compacteren, an Breite zunehmenden Form des Continents, in der Entfernung des kältemindernden Meeres, wie in dem schwächeren Einflusse der Westwinde zu suchen. Jenseits des Urals werden diese Westwinde schon erkältende Landwinde, wenn sie über weite mit Eis und Schnee bedeckte Länderstrecken fortwehen. Die Kälte des westlichen Sibiriens wird durch solche Verhältnisse der Ländergestalt und Luftströmung, keineswegs†) aber, wie schon Hippocrates und Trogus Pompejus annahmen und noch berühmte Reisende des 18ten Jahrhunderts fabelten, durch große Höhe des Bodens über dem Meerespiegel, erzeugt.

Wenn wir von der Temperaturverschiedenheit in der Ebene zu den Unebenheiten der polyedrischen Gestalt der Oberfläche unsres Planeten übergehen; so betrachten wir die Gebirge entweder nach ihrem Einfluß auf das Klima der benachbarten Tiefländer, oder nach den Einwirkungen, die sie, in Folge der hypsometrischen Verhältnisse, auf ihre eigenen, oft in Höhebenen erweiterten Gipfel ausüben. Die Gruppierung der Berge in Bergketten theilt die Erdoberfläche in verschiedene Becken, in oft eng umwallte Randthäler, circusartige Kessel, die (wie in Griechenland und in einem Theile von Kleinasien) das Klima örtlich in Hinsicht auf Wärme, Feuchtigkeith und Durchsichtigkeit der Luft, auf Häufigkeit der Winde und der Gewitter individualisiren. Diese Umstände haben von je her einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Natur der Erzeugnisse und die Wahl der Culturen, auf Sitten, Verfassungsformen und Abneigung benachbarter Volksstämme gegen einander. Der Charakter der geographischen Individualität erreicht so zu sagen da sein Maximum, wo die Verschiedenheiten der Bodengestaltung in verticaler und horizontaler Richtung, im Relief und in der Gliederung der Continente die möglich größten sind. Mit solchen Bodenverhältnissen contrastiren die Steppen des nördlichen Asiens, die Grasebenen (Savannen, Llanos und Pampas) des Neuen Continents, die Heide- und Kiefernländer (Kriecota) Europa's, die Sand- und Steinwüsten von Afrika.

Das Gesetz der mit der Höhe abnehmenden Wärme unter verschiedenen Breiten ist einer der wichtigsten Gegenstände für die Kenntniß meteorologischer Processe, für die Geographie der Pflanzen, die Theorie der irdischen Strahlenbrechung und die verschiedenen Hypothesen, welche sich auf die Bestimmung der Höhe der Atmosphäre beziehen. Bei den vielen Bergreisen, die ich in und außerhalb der Tropen habe unternehmen können, ist die Ergründung dieses Gesetzes ein vorzüglicher Gegenstand meiner Untersuchungen gewesen‡).

Seitdem man die wahren Verhältnisse der Wärmevertheilung auf der Oberfläche der Erde, d. i. die Isoplethiken der Isothermen und Isotheren und den ungleichen Abstand derselben von einander, in den verschiedenen östlichen und westlichen Temperatur-Systemen von Asien, Mitteleuropa und Nordamerika, etwas genauer kennt; darf man nicht mehr im

*) Vergl. meine Abhandlung über die Hauptursachen der Temperaturverschiedenheit auf der Erdoberfläche in den Abhandl. der Akad. der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1827 S. 311.

†) Die sibirische Bodenfläche zwischen Tobolsk, Tomsk und Barnaul vom Altai zum Eismeere liegt nicht so hoch als Mannheim und Dresden; ja selbst weit in

Osten vom Denisei liegt Irkutsk (208 Toisen) noch fast $\frac{1}{3}$ niedriger als München.

‡) Humboldt, Recueil d'Observations astronomiques T. I. p. 126—140; Relation historique T. I. p. 119, 141 und 227; Biot in der Connaissance des temps pour l'an 1841 p. 90—109.

allgemeinen die Frage aufwerfen, welcher Bruchtheil der mittleren Jahres- oder Sommerwärme einer Veränderung der geographischen Breite von 1° entspricht, wenn man auf demselben Meridian fortschreitet. In jedem Systeme gleicher Krümmung der Isothermen herrscht ein inniger und nothwendiger Zusammenhang zwischen drei Elementen: der Wärmeabnahme in senkrechter Richtung von unten nach oben; der Temperaturverschiedenheit bei einer Aenderung von 1° in der geographischen Breite; der Gleichheit der mittleren Temperatur einer Bergstation und der Polarabstand eines im Meerespiegel gelegenen Punktes.

In dem ostamerikanischen Systeme verändert sich die mittlere Jahrestemperatur von der Küste von Labrador bis Boston jeden Breitengrad um $0^\circ, 88$, von Boston bis Charleston um $8^\circ, 95$; von Charleston bis zum Wendekreise des Krebses in Cuba hin wird die Veränderung aber langsamer: sie ist dort nur $0^\circ, 66$. In der Tropenzone selbst nimmt die Langsamkeit dergestalt zu, daß von der Havana bis Cumana die einem Breitengrade zukommende Variation nur noch $0^\circ, 20$ beträgt.

Ganz anders ist es in dem System der Isothermen von Mitteleuropa. Zwischen den Parallelen von 38° und 71° finde ich die Temperaturabnahme sehr übereinstimmend $\frac{1}{2}$ Grad für einen Breitengrad. Da nun in demselben Mitteleuropa die Abnahme der Wärme 1° und 80 bis 87 Toisen (480 bis 522 Fuß) senkrechter Höhe beträgt, so ergiebt sich hieraus, daß 40—44 Toisen (250—264 Fuß) der Erhebung über dem Meerespiegel dort einem Breitengrad entsprechen. Die mittlere Jahrestemperatur des Bernhard-Klosters, das 1278 Toisen (7668 Fuß) hoch, in $45^\circ 50'$ Breite liegt, würde sich also in der Ebene bei einer Breite von $75^\circ 50'$ wiederfinden.

In dem Theile der Andeskette, welcher in die Tropenzone fällt, haben meine bis zu 18000 Fuß Höhe angestellten Beobachtungen die Wärmeabnahme von 1° auf 96 Toisen (576 Fuß) gegeben; mein Freund Boussingault hat 30 Jahre später als Mittelresultat 90 Toisen (540 Fuß) gefunden. Durch Vergleichung der Orte, welche in den Cordilleren in gleicher Höhe über dem Meere am Abhange selbst oder in weit ausgedehnten Hochebenen liegen, habe ich in den letzteren eine Zunahme der Jahrestemperatur von $1^{\frac{1}{2}}$ bis $2^\circ, 3$ beobachtet. Ohne die nächtliche erkältende Wärmestrahlung würde der Unterschied noch größer sein. Da die Klimate schichtenweise übereinander gelagert sind, von den Caacawäldern des Tieflandes bis zum ewigen Schnee, und da die Wärme in der Tropenzone während des ganzen Jahres sich nur sehr wenig ändert, so kann man sich eine ziemlich genaue Vorstellung von den Temperaturverhältnissen machen, welchen die Bewohner der großen Städte in der Andeskette ausgesetzt sind, wenn man diese Verhältnisse mit der Temperatur gewisser Monate in den Ebenen von Frankreich und Italien vergleicht. Während daß an den Baldufern des Orinoco täglich eine Wärme herrscht, welche um 4° die des Monats August zu Palermo übertrifft; findet man, indem man die Andeskette ersteigt, zu Pepayan (911^t) die drei Sommermonate von Marseille, zu Quito (1492^t) das Ende des Monats Mai zu Paris, und auf den mit krüppeligem Alpengesträuch bewachsenen, aber noch blüthenreichen Paramos (1800^t) den Anfang des Monats April zu Paris.

Der scharfsinnige Peter Martyr de Anghiera, einer der Freunde von Christoph Columbus, ist wohl der Erste gewesen, welcher (nach der im October 1510 unternommenen Expedition von Rodrigo Enrique Colmenares) erkannt hat, daß die Schneegrenze immer höher steigt, je mehr man sich dem Aequator nähert. Ich lese in dem schönen Werke *De rebus Oceanicis* *); „der Fluß Gaira kommt von einem Berge (in der Sierra Nevada de Santa Maria) herab, welcher nach Aussage der Reisegefährten des Colmenares höher ist als alle bisher entdeckten Berge. Er muß es ohne Zweifel sein, wenn er in einer Zone, die von

*) *Anglerius de Rebus Oceanicis* Dec. II. lib. II. p. 140 (ed. Col. 1574). In der Sierra de Santa Maria, deren höchste Gipfel 18000 Fuß Höhe zu übersteigen scheinen (s. meine Relat. hist. T. III. p. 214), heißt noch jetzt eine Spitze Pico de Gaira.

der Aequinoctiallinie höchstens 10° absteht, den Schnee dauernd behält.“ Die untere Grenze des ewigen Schnees in einer gegebenen Breite ist die Sommergrenze der Schneelinie, d. i. das Maximum der Höhe, bis zu welcher sich die Schneelinie im Laufe des ganzen Jahres zurückzieht. Man muß von dieser Höhe drei andere Phänomene unterscheiden: die jährliche Schwankung der Sommergrenze; das Phänomen des sporadischen Schneefalles; und das der Gletscher, welche der gemäßigten und kalten Zone eigen thümlich scheinen, und über welche, nach Saussure's unsterblichem Werke über die Alpen, in diesen letzten Jahren Venetz, Charpentier und mit ruhmwürdiger, gefahrentrogender Ausdauer Agassiz neues Licht verbreitet haben.

Wir kennen nur die untere, nicht die obere Grenze des ewigen Schnees; denn die Berge der Erde steigen nicht hinauf bis zu der ätherisch-olympischen Höhe, zu den dünnen, trockenen Luftschichten, von welchen man mit Bouguer vermuthen kann, daß sie nicht mehr Dampfbälchen, in Eiskrystalle verwandelt, dem Auge sichtbar darbieten würden. Die untere Schneegrenze ist aber nicht bloß eine Function der geographischen Breite oder der mittleren Jahrestemperatur; der Aequator, ja selbst die Tropenregion, ist nicht, wie man lange gelehrt hat, der Ort, an welchem die Schneegrenze ihre größte Erhebung über dem Niveau des Oceans erreicht. Das Phänomen, das wir hier berühren, ist ein sehr zusammengesetztes, im allgemeinen von Verhältnissen der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Berggestaltung abhängig. Unterwirft man diese Verhältnisse einer noch specielleren Analyse, wie eine große Menge neuerer Messungen*) es erlauben, so erkennt man als gleichzeitig bestimmende Ursachen: die Temperaturdifferenz der verschiedenen Jahreszeiten; die Richtung der herrschenden Winde und ihre Berührung mit Meer und Land; den Grad der Trockenheit oder Feuchtigkeit der oberen Luftschichten; die absolute Größe (Dicke) der gefallenen und aufgehäuften Schneemassen; das Verhältniß der Schneegrenze zur Gesamthöhe des Berges; die relative Stellung des letzteren in der Bergkette; die Schroffheit der Abhänge; die Nähe anderer, ebenfalls perpetuirlich mit Schnee bedeckter Gipfel; die Ausdehnung, Lage und Höhe der Ebene, aus welcher der Schneeberg isolirt oder als Theil einer Gruppe (Kette) aufsteigt, und die eine Seefläche oder der innere Theil eines Continents, bewaldet oder eine Grasflur, sandig und dürrer und mit nackten Felsplatten bedeckt, oder ein feuchter Moorboden sein kann.

Während daß die Schneegrenze in Südamerika unter dem Aequator eine Höhe erreicht, welche der des Gipfels des Montblanc in der Alpenkette gleich ist, und sie im Hochlande von Mexico gegen den nördlichen Wendekreis hin, in 19° Breite, nach neueren Messungen, sich ohngefähr um 960 Fuß senkt; steigt sie nach Pentland in der südlichen Tropenzone (Br. $14\frac{1}{2}^\circ$ — 18°), nicht in der östlichen, sondern in der meernahen westlichen Andeskette von Chili, mehr als 2500 Fuß höher als unter dem Aequator unsern Quito, am Chimborazo, am Cotopaxi und am Antisana. Der Dr. Gillies behauptet sogar noch weit südlicher, am Abhange des Vulkans von Pequenenes (Br. 33°), die Schneehöhe bis zwischen 2270 und 2350 Toisen Höhe gefunden zu haben. Die Verdunstung des Schnees bei der Strahlung in einer im Sommer überaus trockenen Luft gegen einen wolkenfreien Himmel ist so mächtig, daß der Vulkan von Aconcagua nordöstlich von Valparaiso (Br. $32\frac{1}{2}^\circ$), welchen die Expedition des Beagle noch um mehr als 1400 Fuß höher als den Chimborazo fand, einst ohne Schnee gesehen wurde†).

In der fast gleichen nördlichen Breite ($30\frac{3}{4}$ bis 31°), am Himalaya liegt die Schneegrenze am südlichen Abhange ohngefähr in der Höhe (2030 Toisen oder 12180 Fuß), in

*) Vergl. meine Tafel der Höhe des ewigen Schnees in beiden Hemisphären von $71\frac{1}{4}^\circ$ nördlicher bis 33° südlicher Breite in Asie centrale T. III, p. 360.

†) Darwin, Journal of the voyages of the Adventure and Beagle p. 297. Da der Vulkan von Aconcagua zu der Zeit nicht im Ausbruch begriffen war, so

darf man wohl nicht das merkwürdige Phänomen der Schneelosigkeit (wie bisweilen am Cotopaxi) innerer Durchwärmung (dem Ausziehen erbitter Luft auf Spalten) zuschreiben. (Gillies im Journal of Nat. Science 1830 p. 316.)

welcher man sie nach mehrfachen Combinationen und Vergleichen mit andern Bergketten vermuthen konnte; am nördlichen Abhange aber, unter der Einwirkung des Hochlandes von Tibet, dessen mittlere Erhebung an 1800 Toisen (10800 Fuß) zu sein scheint, liegt die Schneegrenze 2600 Toisen (15600 Fuß) hoch. Diese, in Europa und Indien oft bestrittene Erscheinung, über deren Ursachen ich seit dem Jahre 1820 meine Ansichten in mehreren Schriften entwickelt habe*), gewährt mehr als ein bloß physikalisches Interesse; sie hat einen wichtigen Einfluß auf das Leben zahlreicher Volksstämme ausgeübt. Meteorologische Proceßse des Luftkreises gestatten und entziehen dem Ackerbau oder dem Hirtenleben weite Erdstriche eines Continents.

Da mit der Temperatur die Dampfmenge des Luftkreises zunimmt, so ist dieses, für die ganze organische Schöpfung so wichtige Element nach Stunden des Tages, nach den Jahreszeiten, Breitengraden und Höhen verschieden. Das neuerlichst so allgemein verbreitete Verfahren, durch Anwendung von August's Psychrometer, nach Dalton's und Daniell's Ideen, vermittelst des Unterschiedes des Thaupunkts und der Luftwärme die relative Dampfmenge oder den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre zu bestimmen, hat unsere Kenntniß der hygrometrischen Verhältnisse der Erdoberfläche ansehnlich vermehrt. Temperatur, Luftdruck und Windrichtung stehen im innigsten Zusammenhange mit der belebenden Feuchtigkeit der Luftschichten. Diese Belebung ist aber nicht sowohl Folge der unter verschiedenen Zonen aufgelösten Dampfmenge, sondern der Art und Frequenz der Niederschläge als Thau, Nebel, Regen und Schnee, welche den Boden benetzen. Nach der Ermittelung des Drehungsgesetzes von Dove und den Ansichten dieses ausgezeichneten Physikers†) ist in unserer nördlichen Zone „die Elasticität des Dampfes am größten bei Südwestwind, am kleinsten bei Nordostwind. Auf der Westseite der Windrose vermindert

*) S. mein Second Mémoire sur les Montagnes de l'Inde in den Annales de Chimie et de Physique T. XIV. p. 5—55 und Asie centrale T. III p. 281—327. Während in Indien selbst die gründlichsten und erfahrensten Reisenden, Colebrooke, Webb und Hodgson, Victor Jacquemont, Forbes Royle, Carl von Hügel und Bigne, welche alle den Himalaya aus eigener Anschauung kannten, die größere Höhe der Schneegrenze am tibetischen Abfall bekräftigt hatten; wurde die Behauptung von John Gerard, von dem Geognosten Mac Clelland, Herausgeber des Calcutta Journal, und vom Lieutenant Thomas Hutton (Assistant Surveyor of the Agra Division) in Zweifel gestellt. Die Entdeckung meines Werkes über Central-Asien hat den Streit von neuem angefaßt. Ein eben angekommenes Stück des ostindischen Journals für Naturgeschichte (Mac Clelland and Griffith, the Calcutta Journal of natural history Vol. IV. 1844 January) enthält aber eine merkwürdige und sehr entscheidende Erklärung über die Schneegrenzen am Himalaya. Herr Batten (Bengal Service) schreibt aus dem Lager von Semulka am Colihall River in der Provinz Kumaon: „Erst spät, aber mit Verwunderung, lese ich die Behauptungen des Herrn Thomas Hutton über die Grenze des ewigen Schnees. Ich bin es der Wissenschaft um so mehr schuldig solchen Behauptungen zu widerreden, als Herr Mac Clelland so weit geht, von dem Verdienste zu sprechen, welches sich Herr Hutton (Journal of the Asiatic Society of Bengal Vol. IX. Calcutta 1840 p. 575, 578 und 580) dadurch soll erworben haben, daß er einen weit verbreiteten Irrthum aufgedeckt. Es wird sogar irrig behauptet, daß jeder, welcher das Himalaya-Gebirge durchstrichen ist, Hutton's Zweifel theilen müsse. Ich bin Einer von denen, die den westlichen Theil unsrer mächtigen Gebirgskette am meisten besucht haben. Ich war durch den Dorend-Paß in das Buipa Thal und das untere Kunawir-Land gekommen, und durch den hohen Rubin-Paß in die Ketwaen-Berge von Gurnal zurückgekehrt. Ich brang vor zu den Quellen des Junna bis Junnotri, wendete mich von da zu den Ganges-Zusflüssen von Mundakni und

Bishnu-Muknunda nach Rabarnath und dem berühmten Schneegipfel von Nundiberi. Mehrmals wanderte ich über den Riti-Paß nach dem tibetischen Hochlande. Die Anstiebelung von Bhoté-Mehals habe ich selbst gestiftet. Mein Wohnsitz mitten im Gebirge hat mich seit sechs Jahren ununterbrochen mit europäischen und eingebornen Reisenden in Verkehr gesetzt, mit solchen, die ich auf das sorgfältigste über den Anblick des Landes habe befragen können. Nach allen auf diese Weise eingesammelten Erfahrungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, und bereit dieselbe überall zu vertheiligen, daß in dem Himalaya die Grenze des ewigen Schnees an dem nördlichen (tibetischen) Abhange höher liegt als an dem südlichen (indischen) Abhange. Herr Hutton verumthaltet das Problem, indem er Humboldt's allgemeine Ansicht der Erscheinung zu widerlegen glaubt; er scheidet gegen ein von ihm selbst geschaffenes Phantastebild, er sucht zu beweisen, was wir ihm gern zugeben, daß an einzelnen Bergen des Himalaya der Schnee länger auf der nördlichen als auf der südlichen Seite liegen geblieben ist.“ (Vergl. auch oben die Note † zu Seite 11.) Wenn die mittlere Höhe des tibetischen Hochlandes 1800 Toisen (10800 Fuß) ist, so kann man dasselbe mit dem lieblich fruchtbaren peruanischen Plateau von Caramarca vergleichen. Es ist nach dieser Ansicht aber noch 1200 Fuß niedriger als die Hochebene von Bolivia um den See von Titicaca und als das Straßengeländer der Stadt Potosi. Ladak liegt nach Bigne's Messung mittelst der Bestimmung des Siedepunkts 1563 Toisen hoch. Wahrscheinlich ist dies auch die Höhe von Kassa (Zulung), einer Mönchsstadt, welche chinesische Schriftsteller das Reich der Freude nennen und welche mit Weinbergen umgeben ist. Sollten diese nicht in tief eingeschnittenen Thälern liegen?

†) Vergl. Dove, meteorologische Vergleichung von Nordamerika und Europa, in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 311, und dessen Meteorologische Untersuchungen S. 140.

sie sich, und steigt hingegen auf der Ostseite. Auf der Westseite nämlich verdrängt der kalte, schwere, trockne Luftstrom den warmen, leichten, viel Wasserdampf enthaltenden: während auf der Ostseite dieser durch jenen verdrängt wird. Der Südweststrom ist der durchgedrungene Aequatorialstrom, der Nordoststrom der allein herrschende Polarstrom.“

Das anmuthig frische Grün vieler Bäume, welches man in solchen Gegenden der Tropenländer bemerkt, wo fünf bis sieben Monate lang kein Gewölk am Himmelsgewölbe aufsteigt, wo bemerkbar kein Thau und Regen fallen, beweist, daß die appendiculären Theile (die Blätter) durch einen eigenen Lebensproceß, welcher vielleicht nicht bloß der einer kälte-erregenden Ausstrahlung ist, die Fähigkeit haben Wasser der Luft zu entziehen. Mit den regenlosen, dürrn Ebenen von Cumana, Cero und Ceara (Nordbrasilien) contrastirt die Regenmenge, welche in anderen Tropengegenden fällt: z. B. in der Havana nach einem Durchschnitt von sechszährigen Beobachtungen von Ramon de la Sagra im Mitteljahre 102 Pariser Zoll, vier- bis fünfmal so viel als in Paris und Genf*). An dem Abhange der Andeskette nimmt mit der Höhe, wie die Temperatur, so auch die Regenmenge †) ab. Sie ist von meinem südamerikanischen Reisegefährten Caldas in Santa Fe de Bogota auf einer Höhe von fast 8200 Fuß nicht über 37 Zoll, also wenig größer wie an einigen westlichen Küsten von Europa, gefunden worden. Boussingault sah bisweilen in Quito bei einer Temperatur von 12°—13° das Saussure'sche Hygrometer auf 26° zurückgehen. In 6600 Fuß hohen Luftschichten (bei einer Temperatur von 4°) sah Gay-Lussac in seiner großen aerostatischen Asension an demselben Feuchtigkeitsmesser auch 25°, 3. Die größte Trockenheit, die man bisher auf der Erde in den Tiefländern beobachtet hat, ist wohl die, welche wir, Gustav Rose, Ehrenberg und ich, im nördlichen Asien fanden, zwischen den Flußthälern des Irtysh und Obi. In der Steppe Platowskaja, nachdem die Südwestwinde lange aus dem Inneren des Continents geweht hatten, bei einer Temperatur von 23°, 7, fanden wir den Thaupunkt 4°, 3 unter dem Gefrierpunkt. Die Luft enthielt nur noch $\frac{16}{100}$ Wasserdampf ‡). Gegen die größere Trockenheit der Bergluft, welche aus Saussure's und meinen Hygrometermessungen in der hohen Region der Alpen und der Cordilleren zu folgen scheint, haben in diesen letzten Jahren genaue Beobachter, Rämß, Bravais und Martins, Zweifel erregt. Man verglich die Luftschichten in Zürich und auf dem, freilich nur in Europa hoch zu nennenden Faulhorn §). Die Masse, durch welche in der Tropenregion der Paramos (nahe der Gegend, wo Schnee zu fallen beginnt, zwischen 11000 und 12000 Fuß Höhe) einige Arten von großblüthigen, myrtenblättrigen Alpensträuchern fast perpetuirlich getränkt werden, zeugt nicht eigentlich für das Dasein einer großen absoluten Menge des Wasserdunstes in jener Höhe; diese Masse beweist nur, wie der häufige Nebel in dem schönen Plateau von Bogota, die Frequenz der Niederschläge. Nebelschichten in solchen Höhen entstehen und verschwinden bei ruhiger Luft mehrmals in einer Stunde. Solcher schnelle Wechsel charakterisirt die Hochebenen und Paramos der Andeskette.

Die Electricität des Luftkreises, man mag sie in den unteren Regionen oder in der hohen Wolkenhülle betrachten, problematisch in ihrem stillen periodischen täglichen Gange wie in den Explosionen des leuchtenden und frachenden Ungewitters, steht in

*) Die mittlere Regenmenge in Paris ist nach Arago von 1805 bis 1822 gewesen: 18 Zoll 9 Linien, in London (von 1812 bis 1827) nach Howard 23 Zoll 4 Linien, in Genf nach einem Mittel von 32 Jahren 28 Zoll 8 Linien. In der Küstengegend von Hindustan ist die Regenmenge 108 bis 120 Zoll, und in der Insel Cuba fielen 1821 volle 133 Zoll. Aeral. über die Vertheilung der Regenmenge im mittleren Europa nach Jahreszeiten die vortheilhaftigen Beobachtungen von Gasparin, Schouw und Bravais in der Bibliothéque universelle T. XXXVIII. p. 54 und 264, Tableau du Climat de l'Italie p. 76 und Martin's Notizen zu seiner sehr bereicherten französischen Uebersetzung von Rämß Vorlesungen über Meteorologie p. 142.

†) Nach Boussingault (Economie rurale T. II. p. 693) war in Marmato (Breite 5° 27', Höhe 731' und mittlere Temperatur 20°, 4) in den Jahren 1833 und 1834 die mittlere Regenmenge 60 Zoll 2 Linien, während in Santa Fe de Bogota (Breite 4° 26', Höhe 1358' und mittlere Temperatur 14°, 5) sie nur 37 Zoll 1 Linie betrug.

‡) S. über das Detail dieser Beobachtung meine Asie centrale T. III. p. 85—89 und 567; über den Dampfsehalt im Tieflande vom tropischen Südamerika meine Relat. hist. T. I. p. 242—243, T. II. p. 45, 164.

§) Rämß, Vorlesungen über Meteorologie S. 117.

vielfachem Verkehr mit allen Erscheinungen der Wärmevertheilung, des Drucks der Atmosphäre und ihrer Störungen, der Hydrometeore, wahrscheinlich auch des Magnetismus der äußersten Erdrinde. Sie wirkt mächtig ein auf die ganze Thier- und Pflanzenwelt: nicht etwa bloß durch meteorologische Proceßse, durch Niederschläge von Wasserdämpfen, Säuren oder ammoniacalischen Verbindungen, die sie veranlaßt, sondern auch unmittelbar als electrische (nervenreizende oder Säftumlauf befördernde) Kraft. Es ist hier nicht der Ort den Streit über die eigentliche Quelle der Luotelectricität bei heiterem Himmel zu erneuern, welche bald der Verdampfung unreiner (mit Erden und Salzen geschwängelter) Flüssigkeiten *), bald dem Wachsthum der Pflanzen †) oder andern chemischen Zersetzungen auf der Oberfläche der Erde, bald der ungleichen Wärmevertheilung in den Luftschichten ‡), bald endlich, nach Peltier's scharfsinnigen Untersuchungen §), der Einwirkung einer stets negativen Ladung des Erdballs zugeschrieben worden ist. Auf die Resultate beschränkt, welche electrometrische Beobachtungen, besonders die zuerst von Colladon vorgeschlagene sinnreiche Anordnung eines electromagnetischen Apparats, gegeben haben, soll die physische Weltbeschreibung die mit der Höhe und der baumfreien Umgebung der Station unbestreitbar zunehmende Stärke der allgemeinen positiven Luotelectricität ¶), ihre tägliche Ebbe und Fluth (nach Clarks Dubliner Versuchen in verwickelteren Perioden, als Saussure und ich sie gefunden), die Unterschiede der Jahreszeiten, des Abstandes vom Aequator, der continentalen und oceanischen Oberflächen angeben.

Wenn im ganzen da, wo das Luftmeer einen flüssigen Boden hat, das electrische Gleichgewicht seltener gestört ist als in der Landluft, so ist es um so auffallender, zu sehen, wie in weiten Meeren kleine Inselgruppen auf den Zustand der Atmosphäre einwirken und die Bildung der Gewitter veranlassen. Im Nebel und bei anfangendem Schneefall habe ich in langen Reihen von Versuchen die vorher permanente Glaselectricität schnell in resinöse übergehen und mehrfach abwechseln sehn, sowohl in den Ebenen der kalten Zone als unter den Tropen in den Paramos der Cordilleren, zwischen 10000 und 14000 Fuß Höhe. Der wechselnde Uebergang war dem ganz gleich, den die Electrometer kurz vor und während des Gewitters angeben **). Haben die Dunstbläschen sich zu Wolken mit bestimmten Umrissen condensirt, so vermehrt sich nach Maaßgabe der Verdichtung die electrische Spannung der äußeren Hülle oder Oberfläche ††), auf welche die Electricität der einzelnen Dunstbläschen überströmt. Die schiefergrauen Wolken haben, nach Peltier's zu Paris angestellten Versuchen, Harz-, die weißen, rosen- und orangefarbenen Wolken Glaselectricität. Gewitterwolken umhüllen nicht bloß die höchsten Gipfel der Andeskette (ich selbst habe die verglasenden Wirkungen des Blitzes auf einem der Fels Thürme gefunden, welche in einer Höhe von fast 14300 Fuß den Krater des Vulkans von Toluca überragen); auch über dem Tieflande, in der gemäßigten Zone, sind Gewitterwolken in einer verticalen Höhe von 25000 Fuß gemessen worden ††). Bisweilen senkt sich aber die donnernde Wolkenschicht bis zu fünf-, ja zu dreitausend Fuß Abstand über der Ebene herab.

*) Ueber die Bedingungen der Verdampfungs-Electricität bei hoher Temperatur s. Peltier in den Annales de Chimie T. LXXV. p. 330.

†) Pouillet in den Annales de Chimie T. XXXV. p. 405.

‡) De La Rive in seinem vortrefflichen Essai historique sur l'Electricité p. 140.

§) Peltier in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XII. p. 307; Becquerel, Traité de l'Electricité et du Magnétisme T. IV. p. 107.

¶) Dupréz sur l'Electricité de l'air (Bruxelles 1844) p. 56—61.

**) Humboldt, Relation historique T. III. p. 318. Ich mache hier nur auf diejenigen meiner Versuche aufmerksam, in denen der 3 Fuß lange metallische Leiter des Saussure'schen Electrometers weder auf- und abwärts bewegt, noch nach Volta's Vorschlag mit brennendem Schwamm armirt war. Denjenigen meiner Ver-

fer, welche die jetzt streitigen Punkte der Luotelectricität genau kennen, wird der Grund dieser Beschränkung verständlich sein. Ueber die Bildung der Gewitter in den Tropen s. meine Relat. hist. T. II. p. 45 und 202—209.

††) Gay-Lussac in den Annales de Chimie et de Physique T. VIII. p. 167. Nach den abweichenden Ansichten von Lamié, Becquerel und Peltier ist über die Urtuch der specifischen Vertheilung der Electricität in Wolken, deren einige eine positive oder eine negative Spannung haben, bisher schwer zu entscheiden. Auffallend ist die zuerst von Tralles aufgefunden, von mir oft in verschiedenen Breiten bestätigte, negative Electricität der Luft, die bei hohen Wasserfällen Zerstäubung der Wolkentröpfchen veranlaßt und in drei- bis vierhundert Fuß Entfernung für sensible Electrometer bemerkbar ist.

††) Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1839 p. 246.

Nach Arago's Untersuchungen, den umfassendsten, welche wir bisher über diesen schwierigen Theil der Meteorologie besitzen, sind die Lichtentbindungen (Blitze) dreierlei Art: zickzackförmige, scharf an den Rändern begrenzte; Blitze, die das ganze, sich gleichsam öffnende Gewölk erleuchten; Blitze in Form von Feuerfugeln *). Wenn die ersteren beiden Arten kaum $\frac{1}{1000}$ der Secunde dauern, so bewegen sich dagegen die globulären Blitze weit langsamer; ihre Erscheinung hat eine Dauer von mehreren Secunden. Bisweilen (und neue Beobachtungen bestätigen das schon von Nicholson und Beccaria beschriebene Phänomen) werden ganz ohne vernehmbaren Donner, ohne Anzeige von Gewitter isolirte Wolken, welche hoch über dem Horizont stehn, ohne Unterbrechung auf lange Zeit leuchtend im Innern und an den Rändern, auch hat man fallende Hagelkörner, Regentropfen und Schneeflocken ohne vorhergegangenen Donner leuchten gesehn. In der geographischen Vertheilung der Gewitter bietet das peruanische Küstenland, in dem es nie blizt und donnert, den auffallendsten Contrast mit der ganzen übrigen Tropenzone dar, in welcher sich zu gewissen Jahreszeiten fast täglich, 4 bis 5 Stunden nach der Culmination der Sonne, Gewitter bilden. Nach den vielen von Arago gesammelten Zeugnissen der Seefahrer (Scoresby, Parry, Ross, Franklin) ist nicht zu bezweifeln, daß im allgemeinen im hohen Norden zwischen 70° und 75° Breite electrische Explosionen überaus selten †) sind.

Der meteorologische Theil des Naturgemäldes, welchen wir hier beschließen, zeigt, daß alle Proceße der Lichtabsorption, der Wärmeentbindung, der Elasticitätsveränderung, des hygrometrischen Zustandes und der electrischen Spannung, welche das unermessliche Luftmeer darbietet, so innig mit einander zusammenhangen, daß jeder einzelne meteorologische Proceß durch alle anderen gleichzeitigen modificirt wird. Diese Mannigfaltigkeit der Störungen, die unwillkürlich an diejenigen erinnern, welche in den Himmelsräumen die nahen und besonders die kleinsten Weltkörper (Trabanten, Cometen, Sternschnuppen) in ihrem Laufe erleiden, erschwert die Deutung der verwickelten meteorologischen Erscheinungen; sie beschränkt und macht größtentheils unmöglich die Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen, welche für den Garten- und Landbau, für die Schifffahrt, für den Genuß und die Freuden des Lebens so wichtig wäre. Diejenigen, welche den Werth der Meteorologie nicht in die Kenntniß der Phänomene selbst, sondern in jene prophetische Vorherbestimmung setzen, sind von der festen Ueberzeugung durchdrungen, daß der Theil der Naturwissenschaft, um den so viele Reisen in ferne Berggegenenden unternommen worden sind, die Meteorologie, sich seit Jahrhunderten keiner Fortschritte zu rühmen habe. Das Vertrauen, das sie den Physikern entziehen, schenken sie dem Mondwechsel und gewissen lange berufenen Calendertagen.

„Große Abweichungen von der mittleren Temperaturvertheilung treten selten local auf, sie sind meist über große Länderstrecken gleichmäßig vertheilt. Die Größe der Abweichung ist an einer bestimmten Stelle ein Maximum und nimmt dann nach den Grenzen hin ab. Werden diese Grenzen überschritten, so findet man starke Abweichungen im entgegengesetzten Sinne. Gleichartige Witterungsverhältnisse finden sich häufiger von Süden nach Norden als von Westen nach Osten. Am Ende des Jahres 1829 (als ich meine sibirische Reise vollendete) fiel das Maximum der Kälte nach Berlin, während Nordamerika sich einer ungewöhnlichen Wärme erfreute. Es ist eine ganz willkürliche Annahme, daß auf einen strengen Winter ein heißer Sommer, auf einen milden Winter ein kühler Sommer folge.“ Die so verschiedenartig entgegengesetzten Witterungsverhältnisse neben einander liegender Länder oder zweier fornbauenden Continente bringen eine wohlthätige Ausgleichung in den Preisen vieler Producte des Wein- und Ackerbaues hervor. Man hat

*) A. d. S. p. 249—266 (vergl. p. 268—279).

†) A. d. S. p. 388—391. Der um die Meteorologie des asiatischen Nordens hoch verdiente Akademiker von Baer hat nicht die große Seltenheit der Gewitter

in Island und Grönland in Abrede gestellt, er hat nur angezeigt (Bulletin de l'Acad. de St. Pétersbourg 1839 Mai) daß man auch in Novaja Semlja und Spitzbergen bisweilen habe donnern gehört.

mit Recht bemerkt, daß das Barometer allein uns andeute, was in allen *) Luftsichten über dem Beobachtungsorte bis zur äußersten Grenze der Atmosphäre in der Veränderung des Druckes vorgeht, während das Thermometer und Psychrometer uns nur über die örtliche Wärme und Feuchtigkeit der unteren, dem Boden nahen Schicht unterrichtet. Die gleichzeitigen thermischen und hygrometrischen Modificationen der oberen Lustregionen ergründen wir, wo unmittelbare Beobachtungen auf Bergen oder in acrostatischen Reisen fehlen, nur aus hypothetischen Combinationen, da das Barometer allerdings auch als Thermometer und Feuchtigkeitsbestimmer dienen kann. Wichtige Witterungsveränderungen haben nicht eine örtliche Ursach an dem Beobachtungsorte selbst; sie sind Folgen einer Begebenheit, die in weiter Ferne durch Störung des Gleichgewichts in den Luftströmungen begonnen hat, meist nicht an der Oberfläche der Erde, sondern in den höchsten Regionen: kalte oder warme, trockene oder feuchte Luft herbeiführend, die Durchsichtigkeit der Luft trübend oder aufheiternd, die getbürmte Hausenwolke in zartgefiederten Cirrus umwandelnd. Weil also Unzugänglichkeit der Erscheinungen sich zu der Vielfältigung und Complication der Störungen gesellt, hat es mir immer geschienen, daß die Meteorologie ihr Heil und ihre Wurzel wohl zuerst in der heißen Zone suchen müsse: in jener glücklichen Region, wo stets dieselben Küste wehen, wo Ebbe und Fluth des atmosphärischen Druckes, wo der Gang der Hydrometeore, wo das Eintreten electrischer Explosionen periodisch wiederkehrend sind.

Nachdem wir, den ganzen Umfang des anorganischen Erdenlebens durchlaufend, den Planeten in seiner Gestaltung, seiner inneren Wärme, seiner electro-magnetischen Ladung, seinem Lichtproceß an den Polen, seiner Vulcanismus genannten Reaction gegen die starre, mannigfach zusammengesetzte, äußere Rinde, endlich in den Erscheinungen seiner zwiefachen äußeren Hüllen (des Oceans und des Luftmeers) mit wenigen Zügen geschildert haben; könnte nach der älteren Behandlung der physischen Erdbeschreibung das Naturbild als vollendet betrachtet werden. Wo aber die Weltansicht zu einem höheren Standpunkte sich zu erheben strebt, würde jenes Naturbild seines anmuthigsten Reizes beraubt erscheinen, wenn es uns nicht zugleich die Sphäre des organischen Lebens in den vielen Abstufungen seiner typischen Entwicklung darböte. Der Begriff der Belebtheit ist so an den Begriff von dem Dasein der treibenden, unablässig wirksamen, entmischend schaffenden Naturkräfte geknüpft, welche in dem Erdkörper sich regen, daß in den ältesten Mythen der Völker diesen Kräften die Erzeugung der Pflanzen und Thiere zugeschrieben, ja der Zustand einer unbelebten Oberfläche unsres Planeten in die chaotische Urzeit kämpfender Elemente hinaufgerückt wurde. In das empirische Gebiet objectiver sinnlicher Betrachtung, in die Schilderung des Gewordenen, des dormaligen Zustandes unsres Planeten gehören nicht die geheimnißvollen und ungelösten Probleme des Werdens.

Die Weltbeschreibung, nüchtern an die Realität gefesselt, bleibt nicht aus Schlichternheit, sondern nach der Natur ihres Inhaltes und ihrer Begrenzung, den dunkeln Anfängen einer Geschichte der Organismen †) fremd, wenn das Wort Geschichte

*) R ä m b in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 295. Ueber Gegenstände der Wärmevertheilung in Osten und Westen, Europa und Nordamerika, s. Dove, Repertorium der Physik Bd. III. S. 392—395.)

†) Die Geschichte der Pflanzen, welche auf eine geistreiche Art und mit wenigen Zügen Enblischer und Unger geschildert haben (Grundzüge der Botanik 1843 S. 449—468), habe ich vor einem halben Jahrhundert in den meiner Unterirdischen Flora angehängten Aphorismen auf folgende Weise von der Pflanzen-Geographie getrennt: „Geognosia naturam animantem et innimam vel, ut vocabulo minus apto, ex antiquitate saltem haud petito, utar, cor-

pora organica aequae ac inorganica considerat. Sunt enim tria, quibus absolvitur, capita: Geographia oryctologica quam simpliciter Geognosiam vel Geologiam dicunt, virque acutissimus Wernerus egregie digessit; Geographia zoologica, cujus doctrinae fundamenta Zimmermannus et Treviranus jecerunt; et Geographia plantarum quam aequales nostri diu intactam reliquerunt. Geographia plantarum vincula et cognationem tradit, quibus omnia vegetabilia inter se connexa sint, terrae tractus quos teneant, in aërem atmosphaericum quae sit eorum vis ostendit, saxa atque rupes quibus potissimum algarum primordiis radicibusque destruantur docet, et quo pacto

hier in seinem gebräuchlichsten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeschreibung darf auch daran mahnen, daß in der anorganischen Erdrinde dieselben Grundstoffe vorhanden sind, welche das Gerüste der Thier- und Pflanzenorgane bilden. Sie lehrt, daß in diesen wie in jener dieselben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche gestalten und flüssig machen in den organischen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die noch unergründet unter der sehr unbestimmten Benennung von Wirkungen der Lebenskräfte nach mehr oder minder glücklich geahndeten Analogien systematisch gruppiert werden. Der naturbeschauenden Stimmung unsers Gemüthes ist es daher ein Bedürfnis, die physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur Formentwicklung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im thierischen Organismus zu verfolgen. So schließt sich die Geographie des Organisch-Lebendigen (Geographie der Pflanzen und Thiere) an die Schilderung der anorganischen Naturerscheinungen des Erdkörpers an.

Ohne hier die schwierige Frage zu erörtern über das „sich selbst Bewegende,“ d. h. über den Unterschied des vegetabilischen und thierischen Lebens, müssen wir zuerst nur darauf aufmerksam machen, daß, wenn wir von Natur mit microscopischer Sehkraft begabt, wenn die Integumente der Pflanzen vollkommen durchsichtig wären, das Gewächsreich uns nicht den Anblick von Unbeweglichkeit und Ruhe darbieten würde, in welcher es jetzt unseren Sinnen erscheint. Die inneren Theile des Zellenbaues der Organe sind unaufhörlich durch die verschiedenartigsten Strömungen belebt. Es sind: Rotations-Strömungen, auf- und absteigend, sich verzweigend, ihre Richtungen verändernd, durch die Bewegung körnigen Schleims offenbart, in Wasserpflanzen (Najaden, Characaceen, Hydrochariden) und in den Haaren phanerogamischer Landpflanzen; eine wimmelnde, von dem großen Botaniker Robert Brown entdeckte Molecularbewegung, welche freilich außerhalb der Organe bei jeder äußersten Theilung der Materie ebenfalls bemerkbar wird; die kreisende Strömung der Milchsaft-Kügelchen (Cyclose) in einem System eigener Gefäße; endlich die sonderbaren, sich entrollenden, gegliederten Fadengefäße in den Anthridien der Chara und den Reproductions-Organen der Lebermoose und Tangarten, in welchen der, der Wissenschaft zu früh entrißene Weyen ein Analogon der Spermatozoen der animalischen Schöpfung zu erkennen glaubte. Zählen wir zu diesen mannigfaltigen Regungen und Wirbeln noch hinzu, was der Endosmose, den Processen der Ernährung und des Wachsthums, was den inneren Luftströmen zugehört; so haben wir ein Bild von den Kräften, welche, uns fast unbewußt, in dem stillen Pflanzenleben thätig sind.

Seitdem ich in den Ansichten der Natur die Albelebtheit der Erdoberfläche, die Verbreitung der organischen Formen nach Maaßgabe der Tiefe und Höhe geschildert habe, ist unsere Kenntniß auch in dieser Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdeckungen „über das Verhalten des kleinsten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eise der

in telluris superficie humus nascatur, commemorat. Est itaque quod differat inter Geognosiam et Physiographiam, *historia naturalis* perperam nuncupatam, quum Zoognosia, Phytognosia et Oryctognosia, quae quidem omnes in naturae investigatione versantur, non nisi singulorum animalium, plantarum, rerum metallicarum vel (venia sit verbo) fossilium formas, anatomem, vires scrutantur. Historia Telluris, Geognosiae magis quam Physiographiae affinis, nemini adhuc tentata, plantarum animaliumque genera orbem inhabitantia primaeum, migrationes eorum compluriumque interitum, ortum quem montes, valles, saxorum strata et venae metalliferae ducunt, aerem, mutatis temporum vicibus, modo purum, modo vitiatum, terrae superficiem humo plantisque passatim obiectam, fluminum inundantium impetu denovo nudatam, iterumque siccitatem et gramine vestitam commemorat. Igitur Historia zoolo-

gica, *Historia plantarum* et *Historia oryctologica*, quae non nisi pristinum orbis terrae statum indicant, a Geognosia probe distinguendae." (Humboldt, Flora Friburgensis subterranea, cui accedunt aphorismi ex Physiologia chemica plantarum, 1793, p. IX—X.) Ueber die sich selbst bestimmenden Bewegungen, von denen weiter unten im Texte die Rede ist, vergl. die merkwürdige Stelle des Aristoteles des Cosmo II, 2 p. 284 Besser, wo der Unterschied der belebten und unbelebten Körper in den inneren oder äußeren Bestimmungsgründen der Bewegung gesetzt wird. Von der „ernährenden Pflanzenseele“, sagt der Stagirit, geht keine Bewegung aus, weil die Pflanzen in einem „stillen, nicht zu erwidenden Schlummer liegen.“ (Aristot. de generat. animal. V, 1 p. 778 Besser) und keine Begierden haben, die sie zur Selbstbewegung reizen (Aristot. de somno et vigil. cap. 1 p. 455 Besser).

Polarländer“ auf eine überraschende Weise, und zwar nicht durch combinatorische Schlüsse, sondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebensphäre, man möchte sagen der Horizont des Lebens, hat sich vor unseren Augen erweitert. „Es giebt nicht nur ein unsichtbar kleines, microscopisches, ununterbrochen thätiges Leben in der Nähe beider Pole, da wo längst das größere nicht mehr gedeiht; die microscopischen Lebensformen des Südpol-Meeres, auf der antarktischen Reise des Capitän James Ross gesammelt, enthalten sogar einen ganz besonderen Reichthum bisher ganz unbekannter, oft sehr zierlicher Bildungen. Selbst im Rückstande des geschmolzenen, in rundlichen Stücken umher schwimmenden Eises, unter einer Breite von $78^{\circ} 10'$, wurden über fünfzig Arten kieselchaliger Polygastron, ja Coscinodiscen, mit ihren grünen Ovarien, also sicher lebend und gegen die Extreme strenger Kälte glücklich ankämpfend, gefunden. In dem Golf des Erebus wurden mit dem Senkblei in 1242 bis 1620 Fuß Tiefe 68 kieselchalige Polygastron und Pterolittorallen, und mit ihnen nur eine einzige kalkschalige Polythalamia, herausgezogen.“

Die bisher beobachteten oceanischen microscopischen Formen sind in weit überwiegender Menge die kieselchaligen, obgleich die Analyse des Meerwassers die Kiesel Erde nicht als wesentlichen Bestandtheil zeigt (und dieselbe wohl nur als schwebend gedacht werden kann). Der Ocean ist aber nicht bloß an einzelnen Punkten und in Binnenmeeren, oder den Küsten nahe, mit unsichtbaren, d. h. von nichtbewaffneten Augen ungesesehenen Lebens-Atomen dicht bevölkert; man kann auch nach den von Schayer auf seiner Rückreise aus Van Diemens Land geschoßnen Wasservoben (südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung in 57° Breite, wie mitten unter den Wendekreisen im atlantischen Meere) für erwiesen annehmen, daß der Ocean in seinem gewöhnlichen Zustande, ohne besondere Färbung, ohne fragmentarisch schwimmende, den Scillatorien unserer süßen Wasser ähnliche Stülze kieselchaliger Zaden der Gattung Ectoceros, bei klarster Durchsichtigkeit zahlreiche microscopische selbstständige Organismen enthalte. Einige Polygastron von den Cookburn-Inseln, mit Pinguin-Excrementen und Sand gemengt, scheinen über die ganze Erde verbreitet, andere sind beiden Polen gemeinsam*).

Es herrscht demnach, und die neuesten Beobachtungen bestätigen diese Ansicht, in der ewigen Nacht der oceanischen Tiefen verzugsweise das Thierleben, während auf den Continenten, des periodischen Reizes der Sonnenstrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meisten verbreitet ist. Der Masse nach überwiegt im allgemeinen der vegetabilische Organismus bei weitem den thierischen auf der Erde. Was ist die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volum dichtgedrängter riesenmäßiger Baumstämme von 8—12 Fuß Durchmesser in dem einzigen Walddraum, welcher die Tropenzone von Südamerika zwischen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio da Madeira füllt! Wenn auch der Charakter der verschiedenen Erdräume von allen äußeren Erscheinungen zugleich abhängt; wenn Umriß der Gebirge, Physiognomie der Pflanzen und Thiere, wenn Himmelsbläue, Wolkengestalt und Durchsichtigkeit des Luftkreises den Totaleindruck bewirken: so ist doch nicht zu läugnen, daß das Hauptbestimmende dieses Eindruckes die Pflanzenbedeckung ist. Dem thierischen Organismus fehlt es an Masse, und die Beweglichkeit der Individuen entzieht sie oft unsern Blicken. Die Pflanzenschöpfung wirkt durch stetige Größe auf unsere Einbildungskraft; ihre Masse bezeichnet ihr Alter, und in den Gewächsen allein sind Alter und Ausdruck der stets sich erneuernden Kraft mit einander gepaart†). In dem Thierreiche (und auch diese Betrachtung ist das Resultat von Ehrenberg's Entdeckungen) ist es gerade das Leben, das man das kleinste im Raume zu nennen pflegt, welches durch seine Selbsttheilung und rasche Vermehrung‡) die wunderbarsten Massenverhältnisse darbietet. Die

*) Ehrenberg's Abhandlung über das kleinste Leben im Ocean, gelesen in der Acad. der Wiss. zu Berlin am 9. Mai 1844.

†) Humboldt, Ansichten der Natur (2te Ausg. 1826) Br. II. S. 21.

‡) Ueber Vermehrung durch Selbsttheilung des Mut-

kleinsten der Infusorien, die Monadinen, erreichen nur einen Durchmesser von $\frac{1}{2000}$ einer Linie, und doch bilden die kieselhaltigen Organismen in feuchten Gegenden unterirdische belebte Schichten von der Dicke mehrerer Lachter.

Der Eindruck der Allbelebtheit der Natur, anregend und wohlthätig dem fühlenden Menschen, gehört jeder Zone an; am mächtigsten wird er gegen den Aequator hin, in der eigentlichen Zone der Palmen, der Bambusen und der baumartigen Farn, da wo von dem mollusken- und corallenreichen Meeresufer der Boden sich bis zur ewigen Schneegrenze erhebt. Die Ortsverhältnisse der Pflanzen und Thiere umfassen fast alle Höhen und Tiefen. Organische Gebilde steigen in das Innere der Erde herab; nicht bloß da, wo durch den Fleiß des Bergmannes große Weitungen entstanden sind, auch in natürlichen Höhlen, die zum ersten Male durch Sprengarbeit geöffnet wurden und in die nur meteorische Tagewasser auf Spalten eindringen konnten, habe ich schneeweiße Stalaktitenwände mit dem zarten Geflechte einer *Usnea* bedeckt gefunden. Pedurellen dringen in die Eiseröhren der Gletscher am Mont Rose, in Grindelwald und dem Ekeren Margletscher; *Chionaea araneoides*, von Dalman beschrieben, und die microscopische *Discocrea nivalis* (einst *Proto-coccus*) leben im Schnee der Polarländer wie in dem unserer hohen Gebirge. Das Rothwerden des alten Schnees war schon dem Aristoteles, wahrscheinlich in den macedonischen Gebirgen, bekannt geworden*). Während auf hohen Gipfeln der Schweizer Alpen nur Lecciden, Parmelien und Umbilicarien das von Schnee entblößte Gestein farbig, aber sparsam überziehen, blühen noch vereinzelt in der Tropengegend der Andeskette in 14000 und 14400 Fuß Höhe schöne Phanerogamen, das wellige *Culcitium rufescens*, *Sida pichinchensis* und *Saxifraga Boussingaulti*. Heiße Quellen enthalten kleine Insekten (*Hydropolus thermalis*), Gallionellen, Oscillatorien und Conserven; sie tranken selbst die Wurzelsafern phanerogamischer Gewächse. Wie Erde, Luft und Wasser bei den verschiedensten Temperaturen belebt sind, so ist es auch das Innere der verschiedensten Theile der Thierkörper. Es giebt Blutthiere in den Fröschen wie im Lachse; nach Nordmann sind oft alle Flüssigkeiten der Fischeaugen mit einem Saugwurme (*Diplostomum*) gefüllt: ja in den Kiemen des Bleies lebt das wunderbare Doppeltbier (*Diplozoon paradoxum*), welches der eben genannte Naturforscher entdeckt hat, ein Thier kreuzförmig verwachsen, mit zwei Köpfen und zwei Schwanzenden versehen.

Wenn auch die Existenz von sogenannten Meteor-Infusorien mehr als zweifelhaft ist, so darf doch die Möglichkeit nicht geläugnet werden, daß, wie Fichtenblüthenstaub jährlich aus der Atmosphäre herabfällt, auch kleine Infusionsthiere, mit dem Wasserdampf passiv gehoben, eine Zeit lang in den Luftschichten schweben können†). Dieser Umstand ist bei dem uralten Zwiste über eine mütterlose Zeugung‡) (*generatio spontanea*) in crüste

terkörper und durch Einschleichen neuer Substanz s. Ehrenberg von den jetzt lebenden Thierarten der Krebsebildung, in den Abhandl. der Berliner Akad. der Wiss. 1839 S. 94. Die größte zeugende Kraft der Natur ist in den Vorticellen. Schätzungen der möglichsten Massenentwicklung finden sich in Ehrenberg's großem Werke: Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen 1838 S. XIII, XIX und 244. „Die Milchstraße dieser Organismen geht durch die Gattungen Monas, Vorticella, Vorticellum und Vodo.“ Die Allbelebtheit der Natur ist so groß, daß kleinere Infusionsthiere parasitisch auf größeren leben, ja, daß die ersten wiederum anderen zum Wohnsitz dienen (S. 194, 211 und 512).

*) Aristot. Hist. Animal. V, 19 p. 552 Bess.

†) Ehrenberg a. a. D. S. XIV, 122 und 493. Zu der raschen Vermehrung der kleinsten Organismen gesellt sich noch bei einigen (Weizen-Mäusen, Mäuerchen, Wasserläusen oder Lachgraben) die wunderbare Ausdauer des Lebens. Trotz einer 28tägigen Austrocknung im luftleeren Raume durch Chlorfalk und Schwefel-

felsäure, trotz einer Erhitzung von 120° wurde die Wiedererweckung aus dem Scheintode beobachtet. Siehe die schönen Verluste des Herrn Desvres in Mém. sur les Turdigrades et sur leur propriété de revenir à la vie 1812 p. 119, 129, 131 und 133. Veral. im Allgemeinen über das Wiederaufleben Jahre lang vertrockneter Thiere Ehrenberg S. 492—496.

‡) Man vergleiche über die vermeinte primitive „Anbildung“ der organisirten oder unorganisirten Materie zu Pflanzen und Thieren Ehrenberg in Poggenhoff's Annalen der Physik Bd. XXIV. S. 1—48 und desselben Infusionsthiere S. 121 und 525 mit Joh. Müller, Physiologie des Menschen (4te Aufl. 1844) Abt. I. S. 8—17. Ueberaus merkwürdig scheint mir, daß Augustin aus der Nirdenwater sich in seinen Fragen: wie möglicherweise die Inseln nach der großen Fluth haben auf's neue Pflanzen und Thiere empfangen können, der sogenannten keim- und mütterlosen Zeugung“ (*generatio aequivoce spontanea aut primaria*) keinesweges abgeneigt bezeugt. „Saben,“ sagt er, „die Engel die Thiere nicht auf abgelegene Inseln gebracht, oder

Betrachtung zu nehmen: um so mehr als Ehrenberg, wie schon oben bemerkt, entdeckt hat, daß der nebelartig die Luft trübende Staubregion, welchem Seefahrer häufig in der Nähe der capverdischen Inseln und bis in 380 Seemeilen Entfernung von der afrikanischen Küste ausgesetzt sind, Reste von 18 Arten kieselhaltiger polygastrischer Thierchen enthält.

Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verschiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, also nach der Gestaltung der vorhandenen Gattungen und Arten, oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei den Thieren ist es ein wichtiger Unterschied ihrer Lebensweise, ob sie isolirt (vereinzelt) oder gesellig lebend gefunden werden. Die Arten, welche ich *gesellige Pflanzen**) genannt habe, bedecken einformiggroße Strecken. Dabin gehören viele Tang-Arten des Meeres, Cladonien und Moose in den öden Flachländern des nördlichen Asiens, Gräser und orgelartig aufstrebende Cacteen, *Asclepias* und Mangelsträucher in der Tropenwelt, Wälder von Coniferen und Birken in den baltischen und sibirischen Ebenen. Diese Art der geographischen Vertheilung bestimmt, neben der individuellen Form der Pflanzengestalt, neben ihrer Größe, Blatt- und Blüthenform, hauptsächlich den physiognomischen Charakter†) einer Gegend. Das bewegliche Bild des Thierlebens, so mannigfaltig und reizend, so mehr angeeignet es unseren Gefühlen der Zuneigung oder des Abscheues ist, bleibt fast demselben fremd, wirkt wenigstens minder mächtig auf ihn. Die aderbauenden Völker vermehren künstlich die Herrschaft geselliger Pflanzen, und so an vielen Punkten der gemäßigten und nördlichen Zone den Anblick der Einformigkeit der Natur; auch bereiten sie den Untergang wildwachsenden Pflanzen und siedeln andere, die dem Menschen auf fernen Wanderungen folgen, absichtelos an. Die üppige Zone der Tropenwelt widersteht kräftiger diesen gewaltsamen Umwandlungen der Schöpfung.

Beobachter, welche in kurzer Zeit große Landstrecken durchzogen, Gebirgsgruppen bestiegen hatten, in denen die Klimate schichtenweise über einander gelagert sind, mußten sich früh angeregt fühlen von einer geschnitzten Vertheilung der Pflanzenformen. Sie sammelten rohe Materialien für eine Wissenschaft, deren Name noch nicht ausgesprochen war. Dieselben Zonen (Regionen) der Gewächse, welche als Jüngling der Cardinal Bembo‡) am Abhange des Aetna im sechzehnten Jahrhundert beschrieb, fand Tournefort am Ararat wieder. Er verglich scharfsinnig die Alpenflor mit der Flor der Ebenen unter verschiedenen Breiten; er bemerkte zuerst, daß die Erhöhung des Bodens über dem Meerespiegel auf die Vertheilung der Gewächse wirke, wie die Entfernung vom Pole im Flachlande. Men-

etwa jagdlustige Bewohner der Continente, so müssen sie aus der Erde unmittelbar entstanden sein; wobei freilich die Frage entsteht, zu welchem Zwecke allerlei Thiere in der Erde versammelt worden waren.“ „Si e terra exortae sunt (bestiae) secundum originem primam, quando dixit Deus: *Producat terra animam vivam!* multo clarius apparet, non tam reparandorum animalium causa, quam figurandarum variarum gentium (?) propter ecclesiae sacramentum in Arca fuisse omnia genera, si in insulis, quo transire non possent, multa animalia terra produxit.“ Augustinus, de Civitate Dei lib. XVI cap. 7 (Opera ed. Monach. Ordinis S. Benedicti T. VII. Venet. 1732 p. 422). — Schon 200 Jahre vor dem Bischof von Hippo finden wir in den Auszügen des Trogus Pompejus die generatio primaria mit der frühesten Abordnung der Umwelt und der Hochebene von Asien in Verbindung gesetzt, ganz wie in der paradiesischen Terrassen-Theorie des großen Linne und in den Atlantis-Träumen des achtzehnten Jahrhunderts: „Quodsi omnes quondam terrae submersae profundo fuerunt, profecto editissimam quamque partem decurrentibus aquis primum detectam: humillimo autem solo ean-

dem aquam diutissime immorata, et quanto prior quaeque pars terrarum siccata sit, tanto prius animalia generare coepisse. Porro Scythiam adeo editiorem omnibus terris esse, ut cuncta flumina ibi nata in Maeotim, tum deinde in Ponticum et Aegyptium mare decurrant.“ Justinus lib. II. cap. 1. Die irrige Meinung, daß das Land der Scythen eine Hochebene bilde, ist so uralte, daß wir sie schon recht deutlich im Hippocrates (De Aere et Aquis cap. 6 § 96 Coray) ausgebrüht finden. „Scythien“, sagt er, „bildet hohe und nackte Ebenen, die, ohne von Bergen gekrönt zu sein, gegen Norden immer höher und höher ansteigen.“

*) Humboldt, Aphorismi ex Physiologia chemica plantarum in der Flora Fribergensis subterranea 1793 p. 178.

†) Ueber die Physiognomie der Gewächse in Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 1—125.

‡) Aetna Dialogus. Opuscula Basil. 1556 p. 53—54. Eine schöne Pflanzengeographie des Aetna hat in neuerer Zeit Philippi gegeben. S. Linna 1832 S. 733.

zel in einer unedirten Flora von Japan sprach zufällig den Namen der Geographie der Pflanzen aus. Dieser Name findet sich wieder in den phantastischen, aber anmuthigen Studien der Natur von Bernardin de St. Pierre. Eine wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes hat erst angefangen, als man die Geographie der Pflanzen mit der Lehre von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper in innige Verbindung brachte, als man die Gewächse nach natürlichen Familien ordnen, und so numerisch unterscheiden konnte, welche Formen vom Aequator gegen die Pole ab- oder zunehmen, in welchem Zahlenverhältniß in verschiedenen Erdstrichen jede Familie zu der ganzen daselbst wachsenden Masse der Phanerogamen stehe. Es ist ein glücklicher Umstand meines Lebens gewesen, daß zu der Zeit, in welcher ich mich fast ausschließlich mit Botanik beschäftigte, meine Studien, durch den Anblick einer großartigen, klimatisch contrastirten Natur begünstigt, sich auf die eben genannten Gegenstände der Untersuchung richten konnten.

Die geographische Verbreitung der Thierformen, über welche Buffon zuerst allgemeine und größtentheils sehr richtige Ansichten aufgestellt, hat in neueren Zeiten aus den Fortschritten der Pflanzengeographie mannigfaltigen Nutzen gezogen. Die Krümmungen der Isothermen, besonders die der isochimenen, offenbaren sich in den Grenzen, welche gewisse Pflanzen- und nicht weit wandernde Thierarten gegen die Pole zu, wie gegen den Gipfel schneebedeckter Gebirge, selten übersteigen. Das Elennthier z. B. lebt in der scandinavischen Halbinsel fast zehn Grad nördlicher als im Innern von Sibirien, wo die Linie gleicher Winterwärme so auffallend concav wird. Pflanzen wandern im Ei. Der Saamen vieler ist mit eigenen Organen zur weiten Lustreise versehen. Einmal angewurzelt, sind sie abhängiger vom Boden und von der Temperatur der Luftschicht, welche sie umgiebt. Thiere erweitern nach Willkühr ihren Verbreitungsbezirk von dem Aequator gegen die Pole hin: da vorzüglich, wo die Isothermen sich wölben und heiße Sommer auf eine strenge Winterkälte folgen. Der Königstiger, von dem ostindischen gar nicht verschieden, streift jeden Sommer im nördlichen Asien bis in die Breite von Berlin und Hamburg, wie Ehrenberg und ich an einem anderen Orte entwickelt haben*).

Die Gruppierung oder Association der Gewächsorten, welche wir Floren (Vegetationsgebiete) zu nennen gewohnt sind, scheint mir, nach dem, was ich von der Erde gesehen, keinesweges das Vorherrschen einzelner Familien so zu offenbaren, daß man berechtigt sein könnte Reiche der Umbellaten, Solidago-Arten, Labiaten oder Scitamineen geographisch aufzustellen. Meine individuelle Ansicht bleibt in diesem Punkte abweichend von der Ansicht mehrerer der ausgezeichnetsten und mir befreundeten Botaniker Deutschlands. Der Charakter der Floren in den Hochländern von Mexico, Neu-Granada und Quito, vom europäischen Rußland und von Nord-Asien liegt, wie ich glaube, nicht in der relativ größeren Zahl der Arten, welche eine oder zwei natürliche Familien bilden; er liegt in den viel complicirteren Verhältnissen des Zusammenlebens vieler Familien und der relativen Zahlenwerthe ihrer Arten. In einem Wiesen- und Steppenlande herrschen allerdings die Gramineen und Cyperaceen, in unsern nördlichen Wäldern die Zapfenbäume, Cupuliferen und Betulineen vor; aber dieses Vorherrschen der Formen ist nur scheinbar, und täuschend wegen des Anblickes, den gesellige Pflanzen gewähren. Der Norden von Europa und Sibirien in der Zone nördlich vom Altai verdienen wohl nicht mehr den Namen eines Reichs der Gramineen oder der Coniferen als die endlosen Planos zwischen dem Drinoco und der Bergkette von Caracas oder als die Fichtenwäldungen von Mexico. In dem Zusammenleben der Formen, die sich theilweise ersehen, in ihrer relativen Menge und Gruppierung liegt der Gesamteindruck von Fülle und Mannigfaltigkeit oder von Armuth und Einförmigkeit der vegetabilischen Natur.

*) Ehrenberg in den *Annales des Sciences naturelles* T. XXI. p. 337—412; Humboldt, *Asio centrale* T. I. p. 339—342, T. III. p. 96—101.

Ich bin in dieser fragmentaren Betrachtung der Erscheinungen des Organismus von den einfachsten Zellen *), gleichsam dem ersten Hauche des Lebens, zu höheren Bildungen aufgestiegen. „Das Zusammenhäufen von Schleimkörnchen zu einem bestimmt geformten Cytoblasten, um den sich blasenförmig eine Membrane als geschlossene Zelle bildet,“ ist entweder durch eine schon vorhandene Zelle veranlaßt, so daß Zelle durch Zelle entsteht †), oder der Zellenbildungsproceß ist wie bei den sogenannten Gährungspilzen in das Dunkel eines chemischen Vorgangs gehüllt. Die geheimnißvollste Art des Werdens durfte hier nur leise berührt werden. Die Geographie der Organismen (der Pflanzen und Thiere) behandelt die schon entwickelten Keime, ihre Ansiedelung durch willkürliche oder unwillkürliche Wanderung, ihr relatives Verhältniß, ihre Gesamtvertheilung auf dem Erdbörper.

Es würde das allgemeine Naturbild, das ich zu entwerfen strebe, unvollständig bleiben, wenn ich hier nicht auch den Muth hätte das Menschengeschlecht in seinen physischen Abstufungen, in der geographischen Verbreitung seiner gleichzeitig vorhandenen Typen, in dem Einfluß, welchen es von den Kräften der Erde empfangen und wechselseitig, wenn gleich schwächer, auf sie ausgeübt hat, mit wenigen Zügen zu schildern. Abhängig, wenn gleich in milderem Grade als Pflanzen und Thiere, von dem Boden und den meteorologischen Proceß des Luftkreises, den Naturgewalten durch Geistesthätigkeit und stufenweise erhöhte Intelligenz, wie durch eine wunderbare sich allen Klimaten aneignende Biegsamkeit des Organismus leichter entgehend, nimmt das Geschlecht wesentlich Theil an dem ganzen Erdenleben. Durch diese Beziehungen gehört demnach das dunkle und vielbesperrte Problem von der Möglichkeit gemeinsamer Abstammung in den Ideenkreis, welchen die physische Weltbeschreibung umfaßt. Es soll die Untersuchung dieses Problems, wenn ich mich so ausdrücken darf, durch ein edleres und rein menschliches Interesse das letzte Ziel meiner Arbeit bezeichnen. Das unermessene Reich der Sprachen, in deren verschiedenartigem Organismus sich die Geschichte der Völker ahnungsvoll abspiegeln, steht am nächsten dem Gebiet der Stammverwandtschaft; und was selbst kleine Stammverschiedenheiten hervorzurufen vermögen, lehrt uns in der Blüthe geistiger Cultur die hellenische Welt. Die wichtigsten Fragen der Bildungsgeschichte der Menschheit knüpfen sich an die Ideen von Abstammung, Gemeinschaft der Sprache, Umwandbarkeit in einer ursprünglichen Richtung des Geistes und des Gemüthes.

So lange man nur bei den Extremen in der Variation der Farbe und der Gestalt verweilte und sich der Lebhaftigkeit der ersten sinnlichen Eindrücke hingab, konnte man allerdings geneigt werden, die Racen nicht als bloße Abarten, sondern als ursprünglich verschiedene Menschenstämme zu betrachten. Die Festigkeit gewisser Typen ‡) mitten unter der feindlichsten Einwirkung äußerer, besonders klimatischer Potenzen schien eine solche Annahme zu begünstigen, so kurz auch die Zeiträume sind, aus denen historische Kunde zu uns gelangt ist. Kräftiger aber sprechen, auch meiner Ansicht nach, für die Einheit des

*) Schleiden über die Entwicklungswiese der Pflanzenzellen, in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie 1838 S. 137—176; desselben Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik Th. I. S. 191, Th. II. S. 11; Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen 1839 S. 45 und 220. Vergl. auch über gleichartige Fortpflanzung Joh. Müller, Physiologie des Menschen 1840 Th. II. S. 614.

†) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik 1842 Th. I. S. 192—197.

‡) Tacitus unterscheidet in seinen Speculationen über die Bevölkerung von Britannien (Agricola cap. 11) sehr schön, was den klimatischen Einwirkungen der Gegend, was, bei eingewanderten Stämmen, der alten,

unwandelbaren Kraft eines fortgepflanzten Typus angehören kann: Britanniam qui mortales initio colerunt, indigenae an adveeti, ut inter barbaros, parum compertum. Habitus corporis varii, atque ex eo argumenta; namque rutilae Caledoniam habitantium comae, magni artus Germanicam originem adseverant. Silurum colorati vultus et torti plerumque crines, et posita contra Hispania, Iberos veteres trajecisse, easque sedes occupasse fidem faciunt: proximi Gallis, et similes sunt: seu durante originis vi; seu, procurrentibus in diversa terris, posilio caeli corporibus habitum dedit.“ Vergl. über die Ausdauer der Gestaltungsformen in heißen und kalten Erd- und Bergstrichen des Neuen Continents meine Relation historique T. I. p. 598—403, T. II. p. 572—574.

Menschengeschlechts die vielen Mittelstufen *) der Hautfarbe und des Schädelbaues, welche die raschen Fortschritte der Länderkenntniß uns in neueren Zeiten dargeboten haben, die Analogie der Abartung in anderen wilden und zahmen Thierclassen, die sicheren Erfahrungen, welche über die Grenzen fruchtbarer Bastarderzeugung †) haben gesammelt werden können. Der größere Theil der Contraste, die man ehemals hatte zu finden geglaubt, ist durch die fleißige Arbeit Fiedemann's über das Hirn der Neger und der Europäer, durch die anatomischen Untersuchungen Brolik's und Weber's über die Gestalt des Beckens hinweggeräumt. Wenn man die dunkelfarbigen afrikanischen Nationen, über die Prichard's gründliches Werk so viel Licht verbreitet hat, in ihrer Allgemeinheit umfaßt und sie dazu noch mit den Stämmen des südindischen und westaustralischen Archipels, mit den Papuas und Afourous (Haraforen, Endamenen) vergleicht, so sieht man deutlich, daß schwarze Hautfarbe, wolliges Haar und negerartige Gesichtszüge keineswegs immer mit einander verbunden sind ‡). So lange den westlichen Völkern nur ein kleiner Theil der Erde aufgeschlossen war, mußten einseitige Ansichten sich bilden. Sonnenhige der Tropenwelt und schwarze Hautfarbe schienen unzertrennlich. „Die Aethiopen,“ sang der alte Tragiker Theodectes von Phaselis ||), „färbt der nahe Sonnengott in seinem Laufe mit des Rufses finsternem Glanz; die Sonnengluth kräuselt ihnen dörrend das Haar.“ Erst die Heerzüge Alexanders, welche so viele Ideen der physischen Erdbeschreibung anregten, fachten den Streit über den unsicheren Einfluß der Klimate auf die Völkstämme an. „Die Geschlechter der Thiere und Pflanzen“, sagt einer der größten Anatomen unsres Zeitalters, Johannes Müller, in seiner alles umfassenden Physiologie des Menschen, „verändern sich während ihrer Ausbreitung über die Oberfläche der Erde innerhalb der den Arten und Gattungen vorgeschriebenen Grenzen. Sie pflanzen sich als Typen der Variation der Arten organisch fort. Aus dem Zusammenwirken verschiedener sowohl innerer als äußerer, im einzelnen nicht nachweisbarer Bedingungen sind die gegenwärtigen Racen der Thiere hervorgegangen, von welchen sich die auffallendsten Abarten bei denen finden, die der ausgedehntesten Verbreitung auf der Erde fähig sind. Die Menschenracen sind Formen einer einzigen Art, welche sich fruchtbar paaren und durch Zeugung fortpflanzen; sie sind nicht Arten eines Genus: wären sie das letztere, so würden ihre Bastarde unter sich unfruchtbar sein. Ob die gegebenen Menschenracen von mehreren oder Einem Urmenschen abstammen, kann nicht aus der Erfahrung ermittelt werden.“ ¶)

Die geographischen Forschungen über den alten Sitz, die sogenannte Wiege des Menschengeschlechts haben in der That einen rein mythischen Charakter. „Wir kennen,“ sagt Wilhelm von Humboldt in einer noch ungedruckten Arbeit über die Verschiedenheit der Sprachen und Völker, „geschichtlich oder auch nur durch irgend sichere Ueberlieferung keinen Zeitpunkt, in welchem das Menschengeschlecht nicht in Völkerhaufen getrennt gewesen wäre. Ob dieser Zustand der ursprüngliche war oder erst später entstand, läßt sich daher geschichtlich nicht entscheiden. Einzelne, an sehr verschiedenen Punkten der Erde, ohne irgend sichtbaren Zusammenhang, wiederkehrende Sagen verneinen die erstere Annahme, und lassen das ganze Menschengeschlecht von Einem Menschenpaare abstammen. Die weite Verbreitung dieser Sage hat sie bisweilen für eine Urerinnerung der Menschheit halten lassen. Gerade dieser Umstand aber beweist vielmehr, daß ihr keine Ueberlieferung

*) Veral. über die amerikanische Race im Allgemeinen das Prachtwerk: Samuel George Morton, Crania americana 1839 p. 62—86, wie über die von Pentland mitgebrachten Schädel des Hochlandes von Titicaca im Dublin Journal of medical and chemical Science Vol. V. 1834 p. 475; Alcide d'Orbigny, l'homme américain, considéré sous ses rapports physiolog. et mor. 1839 p. 221. S. auch die an seinen ethnographischen Beobachtungen so reiche Reise in das Innere von Nordamerika von Maximilian Prinz zu Wied 1839.

†) Rudolph Wagner über Blendlinge und Bastarderzeugung in seinen Anmerkungen zu Prichard, Naturgesch. des Menschengeschlechts Th. I. S. 174—188.

‡) Prichard Th. I. S. 431, Th. II. S. 363—369.

||) Dnesicritus im Strabo XV p. 690 und 695 Casaub. — Welcker (Griechische Tragödien Abth. III. S. 1078) glaubt, die von Strabo citirten Verse des Theodectes seien einer verlorenen Tragödie entlehnt, die vielleicht den Titel Memnon führte.

¶) Joh. Müller, Physiologie des Menschen Bb. II. S. 768, 772—774.

und nichts geschichtliches zum Grunde lag, sondern nur die Gleichheit der menschlichen Vorstellungswelt zu derselben Erklärung der gleichen Erscheinung führte: wie gewiß viele Mythen, ohne geschichtlichen Zusammenhang, bloß aus der Gleichheit des menschlichen Dichtens und Grübelns entstanden. Jene Sage trägt auch darin ganz das Gepräge menschlicher Erfindung, daß sie die außer aller Erfahrung liegende Erscheinung des ersten Entstehens des Menschengeschlechts auf eine innerhalb heutiger Erfahrung liegende Weise, und so erklären will, wie in Zeiten, wo das ganze Menschengeschlecht schon Jahrtausende hindurch bestanden hatte, eine wüste Insel oder ein abgesondertes Gebirgsthäl mag bevölkert worden sein. Vergeblich würde sich das Nachdenken in das Problem jener ersten Entstehung vertieft haben, da der Mensch so an sein Geschlecht und an die Zeit gebunden ist, daß sich ein Einzelner ohne vorhandenes Geschlecht und ohne Vergangenheit gar nicht in menschlichem Dasein fassen läßt. Ob also in dieser weder auf dem Wege der Gedanken noch der Erfahrung zu entscheidenden Frage wirklich jener angeblich traditionelle Zustand der geschichtliche war, oder ob das Menschengeschlecht von seinem Beginnen an völkerweise den Erdboden bewohnte? darf die Sprachkunde weder aus sich bestimmen, noch, die Entscheidung anderswoher nehmend, zum Erklärungsgrunde für sich brauchen wollen.“

Die Gliederung der Menschheit ist nur eine. Gliederung in Abarten, die man mit dem, freilich etwas unbestimmten Worte Racen bezeichnet. Wie in dem Gewächsreiche, in der Naturgeschichte der Vögel und Fische die Gruppierung in viele kleine Familien sicherer als die in wenige, große Massen umfassende Abtheilungen ist, so scheint mir auch, bei der Bestimmung der Racen, die Aufstellung kleinerer Völkerfamilien vorzuziehen. Man mag die alte Classification meines Lehrers Blumenbach nach fünf Racen (der kaukasischen, mongolischen, amerikanischen, äthiopischen und malayischen) befolgen oder mit Prichard sieben*) Racen (die iranische, turanische, amerikanische, der Hottentotten und Buschmänner, der Neger, der Papuas und der Alfeuren) annehmen; immer ist keine typische Schärfe, kein durchgeführtes natürliches Princip der Eintheilung in solchen Gruppierungen zu erkennen. Man sondert ab, was gleichsam die Extreme der Gestaltung und Farbe bildet: unbekümmert um die Völkerstämme, welche nicht in jene Classen einzuschalten sind, und welche man bald semitische, bald allophytische Racen hat nennen wollen. Iranisch ist allerdings für die europäischen Völker ein minder schlechter Name als kaukasisch; aber im allgemeinen darf man behaupten, daß geographische Benennungen als Ausgangspunkt der Race sehr unbestimmt sind, wenn das Land, welches der Race den Namen geben soll, wie z. B. Turan (Maverannahr), zu verschiedenen Zeiten †) von den verschiedensten Völkerstämmen, — indogermanischen und sinnischen, nicht aber mongolischen Ursprungs — bewohnt worden ist.

Die Sprachen als geistige Schöpfungen der Menschheit, als tief in ihre geistige Entwicklung verschlungen, haben, indem sie eine nationale Form offenbaren, eine hohe Wich-

*) Prichard Th. I. S. 295, Th. III. S. 11.

†) Die frühe Ankunft türkischer und mongolischer Stämme sowohl am Dnub als in der kirghisen-Steppe steht der Annahme Niebuhr's, daß die Scythen des Herobot und Hierocles Mongolen waren, entgegen. Es ist weit wahrscheinlicher, daß die Scythen (Scylothen) zu den indogermanischen Massa-Geten (Alanen) zu rechnen sind. Die Mongolen, eigentliche Tartaren (der letztere Name ist später fälschlich rein türkischen Stämmen in Rußland und Sibirien gegeben worden), saßen damals weit im Osten von Asien. Vergl. meine Asie centr. T. I. p. 239 und 400, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 320. Ein ausgezeichnete Sprachforscher, Professor Buschmann, erinnert, daß Kirbuß im Schahnameh, in seinen halb mythischen historischen Anfängen, „einer Feste der Alanen“ am Meere erwähnt, in welche Selm, der älteste Sohn des Königs Feridun (gewiß ein Paar Jahrhunderte vor Christus) sich flüchten wollte. Die Kirghisen der sogenann-

ten semitischen Steppe sind ursprünglich ein sinnischer Stamm; sie sind jetzt wahrscheinlich in ihren drei Horden das zahlreichste aller wandernde Völker, und lebten schon im sechsten Jahrhundert in der Steppe, in welcher ich sie gesehen. Der Byzantiner Menander (p. 380 — 382 ed. Nieb.) erzählt ausdrücklich, wie der Chagan der Türken (Tch. Khü) im Jahr 569 dem vom Kaiser Justinus II. abgesandten Bemarchus eine kirghisen-Skabin schenkte; er nennt sie eine *xepxels*, und auch bei Abu l g a s i (Historia Mongolorum et Tatarorum) heißen die Kirghisen Kirktz. Die Ähnlichkeit der Sitten ist, wo die Natur des Landes den Hauptcharakter der Sitten hervorruft, ein sehr unsicherer Beweis der Stammähnlichkeit. Das Leben in der Steppe erzeugt bei Türken (Ti, Tufu), bei Baschkiren (Finnen), bei Kirghisen, bei Tergob und Ungaren (Mongolen) dieselben Gewohnheiten des nomadischen Lebens, denselben Gebrauch von Filzgeten, die auf Wagen fortgeführt und bei den Viehherden aufgeschlagen werden.

tigkeit für die zu erkennende Aehnlichkeit oder Verschiedenheit der Racen. Sie haben diese Wichtigkeit, weil Gemeinschaft der Abstammung in das geheimnißvolle Labyrinth führt, in welchem die Verknüpfung der physischen (körperlichen) Anlagen mit der geistigen Kraft in tausendfältig verschiedener Gestaltung sich darstellt. Die glänzenden Fortschritte, welche das philosophische Sprachstudium im deutschen Vaterlande seit noch nicht einem halben Jahrhundert gemacht, erleichtern die Untersuchungen über den nationalen Charakter *) der Sprachen, über das, was die Abstammung scheint herbeigeführt zu haben. Wie in allen Gebieten idealer Speculation, steht aber auch hier die Gefahr der Täuschung neben der Hoffnung einer reichen und sicheren Ausbeute.

Positive ethnographische Studien, durch gründliche Kenntniß der Geschichte unterstützt, lehren, daß eine große Vorsicht in dieser Vergleichung der Völker, und der Sprachen, welcher die Völker sich zu einer bestimmten Zeitepoche bedienen, anzuwenden sei. Unterjochung, langes Zusammenleben, Einfluß einer fremden Religion, Vermischung der Stämme, wenn auch oft nur bei geringer Zahl der mächtigeren und gebildeteren Einwanderer, haben ein in beiden Continanten sich gleichmäßig erneuerndes Phänomen hervorgerufen: daß ganz verschiedene Sprachfamilien sich bei einer und derselben Race, daß bei Völkern sehr verschiedener Abstammung sich Idiome desselben Sprachstammes finden. Asiatische Welt-eroberer haben am mächtigsten auf solche Erscheinungen eingewirkt.

Sprache ist aber ein Theil der Naturkunde des Geistes; und wenn auch die Freiheit, mit welcher der Geist in glücklicher Ungebundenheit die selbstgewählten Richtungen, unter ganz verschiedenartigen physischen Einflüssen, stetig verfolgt, ihn der Erdgewalt mächtig zu entziehen strebt, so wird die Entfesselung doch nie ganz vollbracht. Es bleibt etwas von dem, was den Naturanlagen aus Abstammung, dem Klima, der heiteren Himmelsbläue, oder einer trüben Dampfatmosphäre der Inselwelt zugehört. Da nun der Reichtum und die Annuth des Sprachbaues sich aus dem Gedanken wie aus des Geistes zar-terster Blüthe entfalten, so wollen wir nicht, daß bei der Jungkeit des Landes, welches beide Sphären, die physische und die Sphäre der Intelligenz und der Gefühle, mit einander verknüpft, unser Naturbild des freundlichen Lichtes und der Färbung entbehre, welche ihm die, hier freilich nur angedeuteten Betrachtungen über das Verhältniß der Abstammung zur Sprache verleihen können.

Indem wir die Einheit des Menschengeschlechtes behaupten, widerstreben wir auch jeder unerfreulichen Annahme †) von höheren und niederen Menschenracen. Es giebt bildsamere, höher gebildete, durch geistige Cultur veredelte, aber keine edleren Volksstämme. Alle sind gleichmäßig zur Freiheit bestimmt; zur Freiheit, welche in roheren Zuständen dem Einzelnen, in dem Staatenleben bei dem Genuß politischer Institutionen der Gesamtheit als Berechtigung zukommt. „Wenn wir eine Idee bezeichnen wollen, die durch die ganze Geschichte hindurch in immer mehr erweiterter Geltung sichtbar ist, wenn irgend eine die vielfach bestrittene, aber noch vielfacher mißverständene Vervollkommenung des ganzen Geschlechtes beweißt, so ist es die Idee der Menschlichkeit: das Bestreben, die Grenzen, welche Vorurtheile und einseitige Ansichten aller Art feindselig zwischen die Menschen gestellt, aufzuheben, und die gesamte Menschheit, ohne Rücksicht auf Religion, Nation und Farbe, als Einen großen, nahe verbrüdernten Stamm, als ein zur Erreichung Eines Zweckes, der freien Entwicklung innerlicher Kraft, bestehendes Ganzes zu behandeln. Es ist dieß das letzte, äußerste Ziel der Geselligkeit, und zugleich die durch seine Natur selbst in ihn gelegte Richtung des Menschen auf unbestimmte Erweiterung seines Daseins. Er steht den Boden, so weit er sich ausdehnt, den Himmel, so weit, ihm entdeckbar, er von Gestirnen

*) Wilhelm von Humboldt über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues, in dem großen Werke über die Kawi Sprache auf der Insel Java Bd. I. S. XXI, XLVIII und CCIV.

†) Das Unerfreulichste und in späteren Zeiten so oft Wiederholte über die ungleiche Berechtigung der Menschen zur Freiheit und über Sklaverei als eine naturgemäße Einrichtung findet sich leider! sehr systematisch entwickelt in Aristoteles Politica I. 3, 5, 6.

umflammt wird, als innerlich sein, als ihm zur Betrachtung und Wirksamkeit gegeben an. Schon das Kind sehnt sich über die Hügel, über die Seen hinaus, welche seine enge Heimath umschließen; es sehnt sich dann wieder pflanzenartig zurück: denn es ist das Nützende und Schöne im Menschen, daß Sehnsucht nach Erwünschtem und nach Verlorenem ihn immer bewahrt ausschließlich an dem Augenblicke zu haften. So festgewurzelt in der innersten Natur des Menschen, und zugleich geboten durch seine höchsten Bestrebungen, wird jene wohlwollend menschliche Verbindung des ganzen Geschlechts zu einer der großen leitenden Ideen in der Geschichte der Menschheit.“*)

Mit diesen Worten, welche ihre Anmuth aus der Tiefe der Gefühle schöpfen, sei es dem Bruder erlaubt die allgemeine Darstellung der Naturerscheinungen im Weltall zu beschließen. Von den fernsten Nebelflecken und von kreisenden Doppelsternen sind wir zu den kleinsten Organismen der thierischen Schöpfung im Meer und Land, und zu den zarten Pflanzenkeimen herabgestiegen, welche die nackte Felsklippe am Abhang eisiger Berggipfel bekleiden. Nach theilweise erkannten Gesetzen konnten hier die Erscheinungen geordnet werden. Gesetze anderer, geheimnißvollerer Art walten in den höchsten Lebenskreisen der organischen Welt: in denen des vielfach gestalteten, mit schaffender Geisteskraft begabten, fruchtbarzeugenden Menschengeschlechts. Ein physisches Naturgemälde bezeichnet die Grenze, wo die Sphäre der Intelligenz beginnt und der ferne Blick sich senkt in eine andere Welt. Es bezeichnet die Grenze und überschreitet sie nicht.

†) Wilhelm von Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. 111. S. 426. Ich füge aus demselben Werke noch folgendes hinzu: „Die stürmenden Eroberungen Alexander's, die Staatsflut bedächtigten der Römer, die wilden Kämpfe der Mexicaner, die despotischen Ländervereinigungen der Incas haben in beiden Welten dazu beigetragen, das vereinzelte Dasein der Völker aufzuheben und weitere Verbindungen zu stiften. Große und starke Gemüther, ganze Nationen handelten unter der Macht einer Idee, die ihnen in ihrer Heimath gänzlich fremd war. In der Wahrheit ihrer tiefen Milde sprach sie zu erst, ob es ihr gleich nur langsam Eingang verschaffen konnte, das Christenthum aus. Früher kommen nur einzelne Anklänge vor. Die neuere Zeit hat den Begriff der Civilisation lebendiger aufgefaßt und das Bedürfnis erregt, Verbindungen der Völker und Cultur weiter zu verbreiten; auch die Selbstsucht gewinnt die Ueberzeugung, daß sie auf diesem Wege weiter gelangt, als auf dem gewaltsamer Absonderung. Die Sprache umschlingt mehr als sonst etwas im Menschen das ganze Geschlecht. Gerade in ihrer völkertrennenden Eigenschaft vereinigt sie durch das Wechselverständniß fremdartiger Rede die Verschiedenheit der Individualitäten, ohne ihrer Eigenthümlichkeit Eintrag zu thun.“ (A. a. O. S. 427.)

Zweites Buch.

Anregungsmittel zum Naturstudium.

Reflexe der Außenwelt auf die Einbildungskraft: Dichterische Naturbeschreibung — Landschaftsmalerei — Cultur erotischer Gewächse, den physiognomischen Charakter der Pflanzendecke auf der Erdoberfläche bezeichnend.

Wir treten aus dem Kreise der Objecte in den Kreis der Empfindungen. Die Hauptresultate der Beobachtung, wie sie, von der Phantasie entblößt, der reinen Objectivität wissenschaftlicher Naturbeschreibung angehören, sind, eng an einander gereiht, in dem ersten Buche dieses Werks, unter der Form eines Naturgemäldes, aufgestellt worden. Jetzt betrachten wir den Reflex des durch die äußeren Sinne empfangenen Bildes auf das Gefühl und die dichterisch gestimmte Einbildungskraft. Es eröffnet sich uns eine innere Welt. Wir durchforschen sie, nicht um in diesem Buche von der Natur zu ergründen, — wie es von der Philosophie der Kunst gefordert wird —, was in der Möglichkeit ästhetischer Wirkungen dem Wesen der Gemüthskräfte und den mannigfaltigen Richtungen geistiger Thätigkeit zukommt; sondern vielmehr um die Quelle lebendiger Anschauung, als Mittel zur Erhöhung eines reinen Naturgefühls, zu schildern, um den Ursachen nachzuspüren, welche, besonders in der neueren Zeit, durch Belebung der Einbildungskraft so mächtig auf die Liebe zum Naturstudium und auf den Hang zu fernen Reisen gewirkt haben.

Die Anregungsmittel sind, wie wir schon früher bemerkt haben*), von dreierlei Art: ästhetische Behandlung von Naturscenen, in belebten Schilderungen der Thier- und Pflanzenwelt, ein sehr moderner Zweig der Literatur; Landschaftsmalerei, besonders in so fern sie angefangen hat die Physiognomik der Gewächse aufzufassen; mehr verbreitete Cultur von Tropengewächsen und contrastirende Zusammenstellung erotischer Formen. Jedes der hier bezeichneten Anregungsmittel könnte schon seiner historischen Beziehungen wegen der Gegenstand vielumfassender Erörterung werden; aber nach dem Geiste und dem Zweck meiner Schrift scheint es geeigneter nur wenige leitende Ideen zu entwickeln, daran zu erinnern, wie die Naturwelt in verschiedenen Zeitepochen und bei verschiedenen Volksstämmen so ganz anders auf die Gedanken- und Empfindungswelt eingewirkt hat, wie in einem Zustande allgemeiner Cultur das ernste Wissen und die zarteren Anregungen der Phantasie sich gegenseitig zu durchdringen streben. Um die Natur in ihrer ganzen erhabenen Größe zu schildern, darf man nicht bei den äußeren Erscheinungen allein verweilen; die Natur muß auch dargestellt werden, wie sie sich im Inneren des Menschen abspiegelt, wie sie durch diesen Reflex bald das Nebelland physischer Mythen mit anmuthigen Gestalten füllt, bald den edlen Keim darstellender Kunstthätigkeit entfaltet.

Indem wir uns hier auf die einfache Betrachtung der Anregungsmittel zum wissenschaftlichen Naturstudium beschränken, erinnern wir zuerst an die mehrfach sich wiederholende Erfahrung, daß oft sinnliche Eindrücke und zufällig scheinende Umstände in jungen Gemüthern die ganze Richtung eines Menschenlebens bestimmen. Kindliche Freude an der Form von Ländern und eingeschlossenen Meeren †), wie sie auf Karten dargestellt sind, der

*) Kosmos, erstes Buch, S. 25.

†) Die Formen des Continents von Italien, Sicilien, Griechenland, dem caspischen und rothen Meere.

S. meine Relation historique du Voy. aux Régions équinoxiales T. I. p. 208.

Gang nach dem Anblick der südlichen Sternbilder, dessen unser Himmelsgewölbe entbehrt*), Abbildungen von Palmen und libanotischen Cedern in einer Bilderbibel können den frühesten Trieb nach Reisen in ferne Länder in die Seele pflanzen. Wäre es mir erlaubt eigene Erinnerungen anzurufen, mich selbst zu befragen, was einer unverthigbaren Sehnsucht nach der Tropengegend den ersten Anstoß gab, so müßte ich nennen: Georg Forster's Schilderungen der Südpsee-Inseln; Gemälde von Hodges die Ganges-Ufer darstellend, im Hause von Warren Hastings zu London; einen colossalen Drachenbaum in einem alten Thurne des botanischen Gartens bei Berlin. Die Gegenstände, welche wir hier beispielsweise aufzählen, gehörten den drei Classen von Anregungsmitteln an, die wir früher bezeichneten: der Naturbeschreibung, wie sie einer begeisterten Anschauung des Erdenlebens entquillt, der darstellenden Kunst als Landschaftsmalerei, und der unmittelbaren objectiven Betrachtung charakteristischer Naturformen. Diese Anregungsmittel üben aber ihre Macht nur da aus, wo der Zustand moderner Cultur und ein eigenthümlicher Gang der Geistesentwicklung unter Begünstigung ursprünglicher Anlagen die Gemüther für Natureindrücke empfänglicher gemacht hat.

I. Naturbeschreibung. — Naturgefühl nach Verschiedenheit der Zeiten und der Völkerstämme.

Es ist oftmals ausgesprochen worden, daß die Freude an der Natur, wenn auch dem Alterthume nicht fremd, doch in ihm als Ausdruck des Gefühls sparsamer und minder lebhaft gewesen sei denn in der neueren Zeit. „Wenn man sich,“ sagt Schiller†) in seinen Betrachtungen über die naive und sentimentale Dichtung, „der schönen Natur erinnert, welche die alten Griechen umgab; wenn man nachdenkt, wie vertraut dieses Volk unter seinem glücklichen Himmel mit der freien Natur leben konnte, wie sehr viel näher seine Vorstellungsart, seine Empfindungsweise, seine Sitten der einfältigen Natur lagen und welcher ein treuer Abdruck derselben seine Dichterwerke sind: so muß die Bemerkung befremden, daß man so wenig Spuren von dem sentimentalischen Interesse, mit welchem wir Neueren an Naturscenen und Naturcharakteren hängen können, bei denselben antrifft. Der Grieche ist zwar im höchsten Grade genau, treu, umständlich in Beschreibung derselben, aber mit nicht mehrerem Herzensantheil, als er es in der Beschreibung eines Gewandes, eines Schildes, einer Rüstung ist. Die Natur scheint mehr seinen Verstand als sein moralisches Gefühl zu interessieren; er hängt nicht mit Innigkeit und süßer Behmuth an derselben, wie die Neueren.“ So viel wahres und vortreffliches auch im einzelnen in diesen Aeußerungen liegt, so können sie doch keinesweges auf das ganze Alterthum ausgedehnt werden. Auch dürfen wir es wohl eine beschränkte Ansicht nennen, unter dem Alterthum, wenn dasselbe der neueren Zeit entgegengesetzt werden soll, immer nur ausschließlich die hellenische und römische Welt zu verstehen. Dieses Naturgefühl spricht sich in den ältesten Dichtungen der Hebräer und Indier aus: also bei Völkerstämmen sehr verschiedener, semitischer und indogermanischer Abkunft.

Wir können auf die Sinnesart der alten Völker nur aus den Aeußerungen der Naturgefühle schließen, welche in den Ueberbleibseln ihrer Literatur ausgesprochen sind; wir müssen daher diesen Aeußerungen um so sorgfältiger nachspüren und sie um so vorsichtiger beurtheilen, als sie sich unter den großen Formen der lyrischen und epischen Dichtung nur

*) Dante, Purg. I, 25—28:

Goder pareva il ciel di lor sammolle:

O settentrional vedovo sito,

Poi che privato se' di mirar quelle!

†) Schiller's sämtliche Werke 1826 Bd. XVIII. S. 231, 473, 480 und 486; Ger v i n u s, neuere Gesch.

Humboldt's Kosmos.

der poet. National-Literatur der Deutschen 1840 Bd. I. S. 135; Adolph Ded er im Chariltes Th. I. S. 219. Vergleiche aber damit Eduard Müller über die Sophokleische Naturanschauung und die tiefe Naturempfindung der Griechen 1842 S. 10 und 26.

sparsam darbieten. In dem hellenischen Alterthum, in dem Blütenalter der Menschheit, finden wir allerdings den zartesten Ausdruck tiefer Naturempfindung den dichterischen Darstellungen menschlicher Leidenschaft, einer der Sagen Geschichte entnommenen Handlung beigemischt; aber das eigentlich Naturbeschreibende zeigt sich dann nur als ein Beiwerk, weil in der griechischen Kunstbildung sich alles gleichsam im Kreise der Menschheit bewegt.

Beschreibung der Natur in ihrer gestaltenreichen Mannigfaltigkeit, Naturdichtung als ein abgesonderter Zweig der Literatur war den Griechen völlig fremd. Auch die Landschaft erscheint bei ihnen nur als Hintergrund eines Gemäldes, vor dem menschliche Gestalten sich bewegen. Leidenschaften in Thaten ausbrechend fesselten fast allein den Sinn. Ein bewegtes öffentliches Volksleben zog ab von der dumpfen schwärmerischen Versenkung in das stille Treiben der Natur; ja den physischen Erscheinungen wurde immer eine Beziehung auf die Menschheit*) beigelegt, sei es in den Verhältnissen der äußeren Gestaltung oder der inneren anregenden Thatkraft. Fast nur solche Beziehungen machten die Naturbeachtung würdig unter der sinnigen Form des Gleichnisses, als abgesonderte kleine Gemälde voll objectiver Lebendigkeit in das Gebiet der Dichtung gezogen zu werden.

In Delphi wurden Frühlingspāane†) gesungen, wahrscheinlich bestimmt die Freude des Menschen nach der überstandenen Noth des Winters auszudrücken. Eine naturbeschreibende Darstellung des Winters ist den Werken und Tagen‡) des Hesiodus (vielleicht von der fremden Hand eines späteren ionischen Rhapsoden?) eingewebt. In edler Einfachheit, aber in nüchtern didactischer Form giebt dies Gedicht Anweisungen zum Feldbau, Erwerbs- und Arbeitsregeln, ethische Mahnungen zu tadellosem Wandel. Es erhebt sich ebenfalls zu mehr lyrischem Schwunge nur, wenn der Sänger das Elend des Menschengeschlechts oder die schöne allegorische Mythe des Epimetheus und der Pandora in ein anthropomorphisches Gewand einhüllt. Auch in der Theogonie des Hesiodus, die aus sehr verschiedenen uralten Elementen zusammengesetzt ist, finden sich mehrfach, z. B. bei Aufzählung der Nereiden§), Natursvbilderungen des neptunischen Reichs unter bedeutungsvollen Namen mythischer Personen versteckt. Die böotische Sängerschule und überhaupt die ganze alte Dichtkunst wenden sich den Erscheinungen der Außenwelt zu, um sie menschenartig zu personificiren.

ist, wie so eben bemerkt, Naturbeschreibung, sei sie Darstellung des Reichthums und der Ueppigkeit tropischer Vegetation, sei sie lebensfrische Schilderung der Sitten der Thiere, gleichsam nur in der neuesten Zeit ein abgesonderter Zweig der Literatur geworden: so ist es nicht als habe da, wo so viel Sinnlichkeit athmet, die Empfänglichkeit für das Naturschöne gemangelt¶); als müsse man da, wo die schaffende Kraft der Hellenen in der Poesie und der bildenden Kunst unnachahmliche Meisterwerke erzeugte, den lebensfrischen Ausdruck einer anschauenden Dichternatur vermissen. Was wir, nach dieser Richtung hin, im Gefühl unserer modernen Sinnesart, in jenen Regionen der antiken Welt nur zu sparsam auffinden, bezeugt in seiner Negation weniger den Mangel der Empfänglichkeit als den eines regen Bedürfnisses das Gefühl des Naturschönen durch Worte zu offenbaren. Min- der der unbelebten Erscheinungswelt als dem handelnden Leben und der inneren, spontanen Anregung der Gefühle zugewandt, waren die frühesten und auch die edelsten Rich-

*) Sch n a s e, Geschichte der bildenden Künste bei den Alten Bd. II. 1843 S. 128—138.

†) Plut. de El apud Delphos c. 9. Vergl. über eine Stelle des Apollonius Dyscolus aus Alexandrien (Mirab. Hist. c. 40) die letzte Schrift von Ditt. Wäl- ler: Gesch. der griech. Literatur Bd. I. 1815 S. 31.

‡) Hesiodi Opera et Dies v. 502—561; Gött- ling in Hes. Carm. 1831 p. XIX; Alrici, Gesch. der hellenischen Dichtkunst Th. I. 1835 S. 337; Bern- hardt, Grundriß der griech. Literatur Th. II. S. 176; doch nach dem Ausspruch von Gottfr. Hermann

(Opuscula Vol. VI. p. 239) „trägt des Hesiodus male- rische Beschreibung des Winters alle Zeichen eines hohen Alterthums.“

§) Hes. Theog. v. 233—264. Auch die Nereide Nara (Od. XI, 326; II. XVIII, 48) soll vielleicht das phosphorische Leuchten der Meeresfläche ausdrücken, wie derselbe Name ναρα den funkelnden Hundestern (Sirius) bezeichnet.

¶) Vergl. Jacobs, Leben und Kunst der Alten, Bd. I. Abth. I. S. VII.

tungen des dichterischen Geistes episch und lyrisch. In diesen Kunstformen aber können Naturschilderungen sich nur wie zufällig beigemischt finden. Sie erscheinen nicht als gesonderte Erzeugnisse der Phantasie. Je mehr der Einfluß der alten Welt verhallte, je mehr ihre Blüten dahinwelkten, ergoß sich die Rhetorik in die beschreibende wie in die belehrende, didactische Poesie. Diese war ernst, großartig und schmucklos in ihrer ältesten philosophischen, halb priesterlichen Form, als Naturgedicht des Empedocles; sie verlor allmählig durch die Rhetorik von ihrer Einfachheit und früheren Würde.

Möge es uns erlaubt sein, um das allgemein Gesagte zu erläutern, hier bei einzelnen Beispielen zu verweilen. Wie der Charakter des Epos es erheischt, finden sich in den homerischen Gesängen immer nur als Beiwerk die anmuthigsten Scenen des Naturlebens. „Der Hirte freut sich der Windstille der Nacht, des reinen Aethers und des Sternenglanzes am Himmelsgewölbe; er vernimmt aus der Ferne das Toben des plötzlich angeschwollenen, Eichenstämme und trübten Schlamme fortreisenden Waldstroms*.“ Mit der großartigen Schilderung der Walteinsamkeit des Parnasses und seiner dunkeln, dickelaubten Felsstämme contrastiren die heiter lieblichen Bilder des quellenreichen Pappelhaines in der Phäaken-Insel Icheria, und vor allem das Land der Cyclophen, „wo schwellend von saftreichem, wogendem Grase die Auen den ungepflügten Rebenhügel umgrenzen†.“ Pindaros besingt in einem Frühlingsdithyrambus, den er zu Athen hat aufführen lassen, „die mit neuen Blüten bedeckte Erde, wenn in der Argeischen Nemea der sich zuerst entwickelnde Sproßling des Palmbaums dem Seher den ankündenden, duftenden Frühling verkündigt;“ er besingt den Aetna, „die Säule des Himmels, Nährerin dauernden Schnees,“ aber eilend wendet er sich ab von der todtten Natur und ihren Schauern, um Hieron von Syracus zu feiern und die siegreichen Kämpfe der Hellenen gegen das mächtige Volk der Perser.

Vergeßen wir nicht, daß die griechische Landschaft den eigenthümlichen Reiz einer innigeren Verschmelzung des Starren und Flüssigen, des mit Pflanzen geschmückten oder malerisch felsigen, lustgefarbten Ufers und des wellenschlagenden, lichtwechselnden, klavollen Meeres darbietet. Wenn anderen Völkern Meer und Land, das Erd- und Seeleben wie zwei getrennte Sphären der Natur erschienen sind, so ward dagegen den Hellenen, und nicht etwa bloß den Inselbewohnern, sondern auch den Stämmen des südlichen Festlandes, fast überall gleichzeitig der Anblick dessen, was im Contact und durch Wechselwirkung der Elemente dem Naturbilde seinen Reichthum und seine erhabene Größe verleiht. Wie hätten auch jene sinnigen, glücklich gestimmten Völker nicht sollen angeregt werden von der Gestalt waldbegrenzter Felsrippen an den tiefeingeschnittenen Ufern des Mittelmeeres, von dem stillen nach Jahreszeit und Tagesstunden wechselnden Verkehr der Erdoberfläche mit den unteren Schichten des Luftkreises, von der Vertheilung der vegetabilischen Gestalten? Wie sollte in dem Zeitalter, wo die dichterische Stimmung die höchste war, sich nicht jegliche Art lebendiger sinnlicher Regung des Gemüthes in idealische Anschauung auflösen? Der Grieche dachte sich die Pflanzenwelt in mehrfacher mythischer Beziehung mit den Heroen und Göttern. Diese rächten strafend eine Verletzung geheiligter Bäume und Kräuter. Die Einbildungskraft belebte gleichsam die vegetabilischen Gestalten; aber die Formen der Dichtungsarten, auf welche bei der Eigenthümlichkeit griechischer Geistesentwicklung das Alterthum sich beschränkte, gestatteten dem naturbeschreibenden Theile nur eine mäßige Entfaltung.

Einzelne bricht indeß selbst bei den Tragikern mitten in dem Gewühl aufgeregter Leiden-

*) Ilias VIII, 555—559; IV, 452—455; XI, 115—199. Vergl. auch im Eingang der Hecuba die gehäuft, aber lebensvollen Schilderungen der Thierwelt II, 458—475.

†) Od. XIX, 431—445; VI, 290; IX, 115—199. Vergl. „des grünen Haines Umschattung“ bei der Felsengrotte der Kalyppo, „wo ein Unsterblicher selbst

würde bewunderungsvoll weilen und sich herzlich erfreuen des Anblicks,“ V, 55—73; die Brandung im Lande der Phäaken V, 400—442; die Gärten des Alcinoos VII, 113—130. — Ueber den Frühlingsdithyrambus des Pindaros s. Bösch, Pindari Opera T. II. P. 2. p. 575—579.

schaft und wehmüthiger Gefühle ein tiefer Natursinn in begeisterte Schilderungen der Landschaft aus. Wenn Oedipus sich dem Haine der Eumeniden naht, singt der Chor „den edeln Ruheßig des glanzvollen Kolonos, wo die melodische Nachtigall gern einkehrt und in helltönenden Lauten klagt;“ er singt „die grünende Nacht der Epheugebüsche, die von himmlischem Thau getränkten Nareissen, den goldstrahlenden Krokos und den unvertilgbaren, stets selber sich wiedererzeugenden Delbaum.“*) Indem Sophokles seinen Geburtsort, den Gau von Kolonos, zu verherrlichen strebt, stellt er die hohe Gestalt des schicksalverfolgten, herumirrenden Königs an die schlummerlosen Gewässer des Kephissos, von heiteren Bildern sanft umgeben. Die Ruhe der Natur vermehrt den Eindruck des Schmerzes, welchen die hehre Gestalt des Erblindeten, das Opfer verhängnißvoller Leidenschaft, hervorruft. Auch Euripides †) gefällt sich in der malerischen Beschreibung von „Messeniens und Lakoniens Tristen, die, unter dem ewig milden Himmel, durch tausend Quellenbrunnen genährt, von dem schönen Pamisos durchströmt werden.“

Die bukolische Dichtung, in den Gefilden von Sicilien entstanden und zum Dramatischen volksthümlich hingeneigt, führt mit Recht den Namen einer Uebergangsform. Sie schildert im kleinen Hirten-Epos mehr den Naturmenschen als die Landschaft. So erscheint sie in ihrer anmuthigsten Vollendung, in Theokrit. Ein weiches elegisches Element ist übrigens dem Idyll eigen, gleichsam als wäre es „aus der Sehnsucht nach einem verlorenen Ideal“ entstanden, als sei immerdar in der Brust des Menschen dem tiefen Naturgefühl eine gewisse Wehmuth beigemischt.

Wie nun mit dem freien Volksleben die Poesie in Hellas erstarrte, wurde diese beschreibend, didactisch, eine Trägerin des Wissens. Sternkunde, Erdbeschreibung, Jagd und Fischfang treten auf in der alexandrinischen Zeit als Gegenstände der Dichtkunst, oft geziert durch eine sehr vorzügliche metrische Technik. Die Gestalten und Sitten der Thierwelt werden mit Annuth und oft mit einer Genauigkeit geschildert, daß die neuere classificirende Naturkunde Gattungen und selbst Arten in den Beschreibungen erkennen kann. Es fehlt aber allen diesen Dichtungsarten das innere Leben, eine begeisterte Anschauung der Natur, das, wodurch die Außenwelt dem angeregten Dichter fast unbewußt ein Gegenstand der Phantasie wird. Das Uebermaaß des beschreibenden Elements findet sich in den durch kunstreichen Versbau ausgezeichneten 48 Gesängen der Dionysiaca des Aegyptiers Nonnus. Der Dichter gefällt sich in der Darstellung großer Naturumwälzungen; er läßt durch ein vom Blitz entzündetes Waldufer, im Flußbette des Hydaepes, selbst die Fische verbrennen; er lehrt, wie aufsteigende Dämpfe den meteorologischen Proceß des Gewitters und eines elektrischen Regens erzeugen. Zur romantischen Poesie hingeneigt, ist Nonnus von Panoopolis wunderfam ungleich, bald begeistert und anregend, bald langweilig und wortreich.

Mehr Naturgefühl und Zartheit der Empfindung offenbaren sich in einzelnen Theilen der griechischen Blumenlese (Anthologie), welche auf so verschiedenen Wegen und aus verschiedenen Zeiten zu uns gelangt ist. In der anmuthigen Uebersetzung von Jacobs ist alles, was das Thier- und Pflanzenleben betrifft, in eine Abtheilung vereinigt. Es sind kleine Bilder, meist nur Auspielungen auf individuelle Formen. Die Platane, welche „in ihrem Gezweige die mothschwellende Traube ernährt,“ und aus Kleinafien über die Insel des Diomedes erst unter Dionysius dem Älteren bis zu den Ufern des sicilischen Anapus

*) Oed. in Kolonos v. 668—719. Als Beschreibung der Landschaft, in denen sich ein tiefes Naturgefühl offenbart, muß ich hier noch erwähnen: der Schilderung des Eithären in Euripides Bacchen v. 1045 (Leake, North. Greece Vol. II. p. 370), wo der Vöte aus dem Hyposthale aufsteigt: des Sonnenaufganges im Delphischen Thale bei Euripides, Ion v. 82; des Anblicks der heiligen Delos, mit trüben Farben gemalt: „von Nöwen umflattert, von stürmischen Wellen gepeißelt,“ bei Kallimachos im Hymnos auf Delos v. 11.

†) Nach Strabo (lib. VIII pag. 366, Casaub.), wo er den Tragiker wegen einer geographisch unrichtigen Begrenzung von Elis anklagt. Die schöne Stelle des Euripides ist aus dem Kresophontes und die Beschreibung der Treßlichkeit Messene's stand mit der Exposition der politischen Verhältnisse (der Theilung der Länder unter die Heracliden) in genauer Verbindung. Die Natur schilderung war also auch hier, wie Böckhscharfsinnig bemerkt, an menschliche Verhältnisse geknüpft.

vorbrang, wird vielleicht nur zu oft besungen; doch scheint im ganzen der antike Sinn in diesen Liedern und Epigrammen mehr der Thier- als der Pflanzenwelt zugewandt. Eine edle und zugleich etwas größere Composition ist das Frühlings-Iddyllum des Meleager von Gadara in Cölesyrien *).

Schon des alten Rufes der Gegend wegen muß ich der Schilderung des Waldthales von Tempe erwähnen, welche Melian †) wahrscheinlich nach dem Vorbilde des Dicäarchus entworfen hat. Es ist das Ausführlichste, was uns von Naturbeschreibungen aus den griechischen Prosaiskern erhalten ist, topographisch freilich, aber doch auch malerisch zugleich; denn das schattige Thal wird belebt durch den pythischen Aufzug (theoria), „welcher vom heiligen Vorbeer die sübnenden Zweige bricht.“ In der späten byzantinischen Zeit, seit dem Ende des vierten Jahrhunderts, sehen wir landschaftliche Schilderungen schon häufiger in die *Meniane* der griechischen Prosaisker eingewebt. Durch diese Schilderungen zeichnet sich der Schäferroman des Longus ‡) aus, in welchem aber doch zarte Lebensbilder den Ausdruck der Naturgefühle weit übertreffen.

Es war nicht der Zweck dieser Blätter mehr zu liefern, als was durch specielle Erinnerung an einzelne Kunstformen die allgemeinen Betrachtungen über die dichterische Auffassung der Außenwelt zu erläutern vermag. Ich würde schon den Blüthenkreis des hellenischen Alterthums verlassen, wenn in einem Werke, dem ich gewagt den Namen *Rosmos* vorzusetzen, mit Stillischweigen die Naturschilderung übergangen werden dürfte, mit der das Pseudo-Aristotelische Buch vom *Koemos* (oder von der Weltordnung) anhebt. Es zeigt uns dieselbe „den Erdball mit üppigem Pflanzenwuchse geschmückt, reich bewässert und (als das Preiswürdigste) von denkenden Wesen bewohnt.“ ||) Die rhetorische Färbung eines so reichen Naturbildes, der concisen und rein wissenschaftlichen Darstellungsweise des Stagiriten völlig unähnlich, ist selbst als eines der vielen Zeichen der Unächttheit jener Schrift über den *Koemos* erkannt worden. Mag sie immerhin dem Appulejus ¶) oder dem Chrysivorus **) oder wem sonst zugehören! Die naturbeschreibende Stelle, die wir als aristotelisch entbehren, wird uns gleichsam durch eine andere ächte ersetzt, welche Cicero uns erhalten hat. Aus einem verlorenen Werke des Aristoteles führt dieser in wörtlicher Uebersetzung ††) folgendes an: „Wenn es Wesen gäbe, die in den Tiefen der Erde immerfort in Wohnungen lebten, welche mit Statuen und Gemälden und allem dem verziert wären,

*) *Meleagri Reliquiae* ed. Manf. p. 5. *Vergl. Jacobé*, Leben und Kunst der Alten *Vd. I. Abth. 1. S. XV, Abth. 2. S. 150—190.* Das Frühlingsgedicht des Meleager glaubte Jemebetti (*Mel. Gadaraei in Ver Idyllion* 1759 p. 5) um die Mitte des 1sten Jahrhunderts meist entdehrt zu haben. *S. Brunekii Anal. T. III. p. 165.* — Zwei schöne Waldgedichte des *Marianos* stehen in der *Anthol. graeca* II, 511 und 512. Mit dem Meleager contrastirt das Lob des Frühlings in den Eclogen des *Pinerius*, eines Serbischen, der unter Julian Lehrer der Rhetorik zu Athen war. Der Ecol ist im ganzen falt und geübt; aber im Einzelnen, besonders in der beschreibenden Form, kommt er hienueilen der modernen Weltanordnung sehr nahe. *Himerii Sophistae Eclogae et Declamationes*, ed. *Vernedori* 1790 (*Oratio* III, 3—6 und XXI, 5). Man muß sich wundern, daß die herrliche Page von Constantinopel den Serbischen gar nicht begeistert habe (*Orat. VII, 5—7; XVI, 3—8*). — Die oben im Text bezeichneten Stellen des *Nonnus* finden sich *Dionys. ed. Petri Cunaei* 1610 lib. II p. 70, VI p. 199. *XXIII p. 16* und 619, *XXVI p. 694.* (*Vergl. auch Duxaroff, Nonnos von Panopolis, der Dichter* 1817 *S. 3, 16* und 21.)

†) *Aeliani Var. Hist. et Fragm. lib. III cap. 1 pag. 139. Kühn. Vergl. A. Buttmann, Quaest. de Dienearecho* (Naumb. 1832) p. 32 und *Geogr. gr. min. ed. Gail Vol. II. p. 140—145.* — Eine merkwürdige Naturschilderung, besonders eine Blumenliebhaberei, die *William Jones* schon mit der der indischen Dichter zusam-

menge stellt, bemerkt man bei einem Tragiker, dem *Chäremen*; s. *Welcker*, griechische Tragödien *Abth. III. S. 1088.*

‡) *Longi Pastoralia* (*Daphnis et Chloe*, ed. *Scifer* 1843; lib. I, 9; III, 12 und IV, 1—3; pag. 92, 125 und 137. *Vergl. Vislicmain sur les Romains grecs in seinen Mélanges de Littérature T. II. p. 435—448*, wo *Longus* mit *Bernardin de St. Pierre* verglichen ist.

) *Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 3, 14—20, pag. 392 Besser.*

¶) *Aristoteles bei den Römern von Etahr* 1834 *S. 173—177; Dsann, Beiträge zur griech. und röm. Literaturgeschichte* *Vd. I. 1825 S. 165—192.* *Stahr* vermuthet (*S. 172*) wie *Heumann*, daß der heutige griechische Text eine umgestaltete Uebersetzung des lateinischen Textes des *Appulejus* sei. *Lektzer* (*de Mundo* p. 230 *Bip.*) sagt bestimmt: „er habe sich in der Abfassung seines Buches an *Aristoteles* und *Theophrast* gehalten.“

**) *Dsann a. a. D. S. 194—266.*

††) *Cicero de Natura Deorum* II, 27. Eine Stelle, in welcher *Certus Empiricus* (*adversus Physicos* lib. IX. 22 p. 554 *Fabr.*) eine ähnliche Auffassung der *Aristoteles* anführt, verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als *Certus* kurz vorher (IX, 20) auf einen andern, für uns ebenfalls verlorenen Text (über *Divination* und *Träume*) anspielt.

was die für glücklich Gehaltenen in reicher Fülle besitzen; wenn dann diese Wesen Kunde erhielten von dem Walten und der Macht der Götter, und durch die geöffnerten Erdspalten aus jenen verborgenen Eizen heraussträten an die Orte, die wir bewohnen; wenn sie urplötzlich Erde und Meer und das Himmelsgewölbe erblickten, den Umfang der Wolken und die Kraft der Winde erkannten, die Sonne bewunderten in ihrer Größe, Schönheit und lichtausströmenden Wirkung; wenn sie endlich, sobald die einbrechende Nacht die Erde in Finsterniß hüllt, den Sternenhimmel, den lichtwechselnden Mond, den Auf- und Untergang der Gestirne und ihren von Ewigkeit her geordneten unveränderlichen Lauf erblickten: so würden sie wahrlich aussprechen, es gebe Götter und so große Dinge seien ihr Werk.“ Man hat mit Recht gesagt, daß diese Worte allein schon hinreichen Cicero's Ausspruch über „den goldenen Strom der Aristotelischen Rede“ zu bewähren *), daß in ihnen etwas von der begeisternden Kraft des Platonischen Genius weht. Ein solcher Beweis für das Dasein himmlischer Mächte aus der Schönheit und unendlichen Größe der Werke der Schöpfung steht in dem Alterthum sehr vereinzelt da.

Was wir, ich sage nicht in der Empfänglichkeit des griechischen Volkes, sondern in den Richtungen seiner literarischen Productivität vermissen, ist noch sparsamer bei den Römern zu finden. Eine Nation, die nach alter sculischer Sitte dem Feldbau und dem Pandleben vorzugswelse zugethan war, hätte zu anderen Hoffnungen berechtigt; aber neben so vielen Anlagen zur praktischen Thätigkeit war der Volkscharakter der Römer in seinem kalten Ernste, in seiner abgemessenen nüchternen Verständigkeit, sinnlich weniger erregbar, der alltäglichen Wirklichkeit mehr als einer idealisirenden dichterischen Naturanschauung hingegeben. Diese Unterschiede des inneren Lebens der Römer und der griechischen Stämme spiegeln sich ab in der Literatur als dem geistigen Ausdruck alles Volkssinnes. Zu ihnen gefeßt sich noch, trotz der Verwandtschaft in der Abstammung, die anerkannte Verschiedenheit in dem organischen Bau der beiden Sprachen. Der Sprache des alten Latium wird mindere Bildsamkeit, eine beschränktere Wortfügung, „eine mehr realistische Tendenz“ als idealische Beweglichkeit zugeschrieben. Dazu konnte im Augusteischen Zeitalter der entfremdende Hang griechischen Vorbildern nachzustreben den Ergießungen heimischer Gemüthlichkeit und eines freien Naturgeföhls hinderlich werden; aber, von Vaterlandslicbe getragen, wußten kräftige Geister durch schöpferische Individualität, durch Erhabenheit der Ideen, wie durch zarte Anmuth der Darstellung jene Hindernisse zu überwinden.

Reichlich mit poetischem Genius ausgestattet ist das begeisterte Naturgedicht des Lucretius. Es umfaßt den ganzen Kosmos; dem Empedocles und Parmenides verwandt, erhöht die archaische Diction den Ernst der Darstellung. Die Poesie ist hier tief mit der Philosophie verwachsen, ohne deshalb in die „Frostigkeit“ der Composition zu verfallen, die, gegen die phantasiereiche Naturansicht Plato's abstechend, schon von dem Rhetor Menander in dem über die physischen Hymnen gefällten Urtheil so bitter getabelt wird †). Mein Bruder hat mit vielem Scharfsinn die auffallenden Analogien und Verschiedenheiten entwickelt, welche aus der Verwachsung metaphysischer Abstractionen mit der Poesie in den alten griechischen Lehrgedichten, in dem des Lucretius und in der Episode Bhagavad-Gita, aus dem indischen Epos Mahabharata ‡), entstanden sind. Das große physische Weltge-

*) „Aristoteles flumen orationis aureum fundens,“ Cic. Acad. Quæst. II cap. 38. (Vergl. Stahl, Aristotelia Th. II. S. 161 und in desselben Schrift: Aristoteles bei den Römern S. 53.)

†) Menandri Rhetoris Comment. de Encomiis ex rec. Heeren 1786 sect. I cap. 5 p. 38 und 39. Der strenge Kritiker nennt das didactische Naturgedicht *ψυχροπρον*, eine frostige Composition, in der die Naturkräfte ihrer Persönlichkeit entkleidet auftreten, Apoll das Licht, Eere der Inbegriff der Lusterscheinungen, Zeus die Wärme ist. Auch Plutarch (de aud. poet. p. 27 Steph.) verspottet die sogenannten Naturgedichte,

welche nur die Form der Poesie haben. Nach dem Statyriten (de Post. o. I) ist Empedocles mehr Physologe als Dichter, er hat mit Homer nichts gemein als das Verömaß.

‡) „Es mag wunderbar scheinen, die Dichtung, die sich überall an Gestalt, Farbe und Mannigfaltigkeit erfreut, gerade mit den einfachsten und abgezogensten Ideen verbinden zu wollen; aber es ist darum nicht weniger richtig. Dichtung, Wissenschaft, Philosophie, Lehrenfunde sind nicht in sich und ihrem Wesen nach getrennt; sie sind eins, wo der Mensch auf seinem Bildungsgeange noch eins ist oder sich durch wahrhaft dichterische Stim-

mälde des römischen Dichters contrastirt in seiner erkältenden Atomistik und seinen oft wilden geognostischen Träumen mit seiner lebensfrischen Schilderung von dem Uebergange des Menschengeschlechts aus dem Dickicht der Wälder zum Feldbau, zur Beherrschung der Naturkräfte, zur erhöhten Cultur des Geistes und also auch der Sprache, zur bürgerlichen Gestattung *).

Wenn bei einem Staatsmann, in einem bewegten und vielbeschäftigten Leben, in einem durch politische Leidenschaft aufgeregten Gemüthe lebendiges Naturgefühl und Liebe zu ländlicher Einsamkeit sich erhalten, so liegt die Quelle davon in den Tiefen eines großen und edlen Charakters. Cicero's eigene Schriften bezeugen die Wahrheit dieser Behauptung. Allerdings ist, wie allgemein bekannt, in dem Buche von den Gesetzen und in dem vom Redner manches dem Phädrus des Plato †) nachgebildet; das italische Naturbild hat aber darum nichts von seiner Individualität verloren. Plato preist in allgemeinen Zügen den „dunkeln Schatten der hochbelaubten Platane, die Kräuterfülle in vollem Dufte der Blüten, die Lüfte, welche süß und sommerlich in den Chor der Cicaden wehen.“ In Cicero's kleinem Naturbilde ist, wie noch neuerlichst ein sinniger Forscher ‡) bemerkt hat, alles so dargestellt, wie man es heute noch in der wirklichen Landschaft wiederfindet. Den Eiris sehen wir von hohen Pappeln beschattet; man erkennt, wenn man von dem steilen Berge hinter der alten Burg von Arpinum gegen Osten hinabsteigt, den Eichenhain am Bache Tibrenus, wie die Insel, jetzt Isola di Carnello genannt, welche durch die Theilung des Meeres entsteht und in die Cicero sich zurückzog, um, wie er sagt, „seinen Meditationen nachzugeben, zu lesen oder zu schreiben.“ Arpinum am Volscischen Gebirge war des großen Staatsmannes Geburtsort, und die herrliche Umgebung hat gewiß auf seine Stimmung im Knabenalter gewirkt. Dem Menschen unbewußt, gefellte sich früh, was die umgebende, mehr oder minder anregende Natur in der Seele abspiegelt, zu dem, was tief und frei in den ursprünglichen Anlagen, in den inneren geistigen Kräften gewurzelt ist.

Wurten unter den verhängnißvollen Stürmen des Jahres 708 (nach Erbauung der Stadt) fand Cicero Trost in seinen Villen, abwechselnd in Tusculum, in Arpinum, bei Cumä und Antium. „Nichts ist erfreulicher,“ schreibt er ||) an Atticus, „als diese Einsamkeit, nichts anmuthiger als dieser Landsitz, als das nahe Ufer und der Blick auf das Meer. — In der Einöde der Insel Astura, an der Mündung des gleichnamigen Flusses, am Ufer des tyrrhenischen Meeres, stört mich kein Mensch; und wenn ich mich früh Morgens in einem dichten und rauhen Wald verborgen halte, verlasse ich denselben vor Abend nicht. Nächste meinem Atticus ist mir nichts so lieb als die Einsamkeit; in ihr pflege ich meinem Verkehr mit den Wissenschaften, doch wird dieser oft durch Thränen unterbrochen. Ich kämpfe (als Vater) dagegen an, so viel ich es vermag, aber noch bin ich solch einem Kampfe nicht gewachsen.“ Man hat mehrfach bemerkt, daß in diesen Briefen und in denen des jüngeren Plinius Anklänge moderner Sentimentalität nicht zu verkennen seien. Ich finde darin nur Anklänge tiefer Gemüthlichkeit, die in jedem Zeitalter, bei jedem Volksstamme aus dem schmerzlich beklommenen Busen emporsteigen.

Die Kenntniß der großen Dichterwerke des Virgil, des Horatius und des Tibullus ist

mung in jene Einheit zurückverkehrt.“ Wilhelm v. Humboldt, gesammelte Werke Bd. I. S. 98—102 (vergl. auch Bernhards, röm. Literatur S. 215—218 und Friedl. Schlegel's sämtliche Werke Bd. I. S. 108—110). Cicero (ad Quint. fratrem II, 11) schrieb freilich, wo nicht mürrisch, doch mit vieler Strenge, dem von Virgil, Ovid und Quintilian so hochgepriesenen Lucretius mehr Kunst als schöpferisches Talent (ingenium) zu.

*) Lucret. lib. V, v. 930—1455.

†) Plato, Phaedr. p. 230; Cicero de Leg. I. 5, 15; II. 2, 1—3; II. 3, 8 (vergl. Wagner, Com-

ment. perp. in Cic. de Leg. 1804 p. 6); Cic. de Oratore I. 7, 28 (pag. 15 Ellendt).

‡) S. die vor treffliche Schrift von Rudolph Abeken, Rector des Gymnasiums zu Dnabrück, welche unter dem Titel: Cicero in seinen Briefen im Jahr 1835 erschienen ist, S. 431—434. Die wichtige Zugabe über Cicero's Geburtsstätte ist von H. Abeken, dem gelehrten Neffen des Verfassers, ehemals preussischem Gelehrtenrath in Rom, jetzt theilnehmend an der wichtigen ägyptischen Expedition des Professor Lepsius. Vergl. auch über die Geburtsstätte des Cicero Valery, Voy. hist. en Italie T. III. p. 421.

||) Cic. Ep. ad Atticum XII, 9 und 15.

mit der allgemeinen Verbreitung der römischen Literatur so innigst verwebt, daß es überflüssig wäre hier bei einzelnen Zeugnissen des zarten und immer regen Naturgefühls, das einige dieser Werke belebt, zu verweilen. In Virgils National-Epos konnte nach der Natur dieser Dichtung die Beschreibung des Landschaftlichen allerdings nur als Beiwerk erscheinen und einen sehr kleinen Raum einnehmen. Individuelle Auffassung bestimmter Localitäten *) bemerkt man nicht, wohl aber in mildem Farbenton ein inniges Verständniß der Natur. Wo ist das sanfte Spiel der Meereswogen, wo die Ruhe der Nacht glücklicher beschrieben? Wie contrastiren mit diesen heiteren Bildern die kräftigen Darstellungen des einknickenden Ungewitters im ersten Buche vom Landbau, der Meerfahrt und Landung bei den Strophaden, des Felsensturzes oder des flammensprühenden Aetna's in der Aeneis! †) Von Ovidius hätten wir als Frucht seines langen Aufenthalts in den Ebenen von Tomi (in Unter-Wösten) eine dichterische Naturbeschreibung der Steppen erwarten können, deren keine aus dem Alterthum auf uns gekommen ist. Der Verbannte sah freilich nicht die Art von Steppen, welche im Sommer mit vier bis sechs Fuß hohen, saftreichen Kräutern dicht bedeckt sind und bei jedem Windeshauch das anmutige Bild bewegter Blüthenwellen darbieten; der Verbannungsort des Ovidius war ein ödes, sumpfreiches Sterppenland, und der gebrochene Geist des unmännlich Klagenden war mit Erinnerungen an die Genüsse der geselligen Welt, an die politischen Ereignisse in Rom, nicht mit der Anschauung der ihn umgebenden scythischen Einöde erfüllt. Als Ersatz hat uns der hochbegabte, jeder lebensfeischen Darstellung so mächtige Dichter neben den, freilich nur zu oft wiederholten, allgemeinen Schilderungen von Höhlen, Quellen und „stillen Mondnächten“ eine überaus individualisirte, auch gognostisch wichtige Beschreibung des vulkanischen Ausbruchs bei Methone, zwischen Epidaurus und Trözen, gegeben. Es ist dieser Beschreibung schon an einem anderen Orte, in dem Naturgemälde ‡), gedacht. Ovidius zeigt uns, „wie durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der Boden gleich einer luftgefüllten Blase, gleich dem Zell des zweigehörnten Bodens anschwillt und sich als ein Hügel erhebt.“

Am meisten ist zu bedauern, daß Tibullus keine große naturbeschreibende Composition von individuellem Charakter hat hinterlassen können. Unter den Dichtern des Augusteischen Zeitalters gehört er zu den wenigen, die, der alexandrinischen Gelehrsamkeit glücklicherweise fremd, der Einsamkeit und dem Landleben ergeben, gefühlvoll und darum einfach, aus eigener Quelle schöpften. Elegien ||) müssen freilich als Sittenbilder betrachtet werden, in welchen die Landschaft den Hintergrund bildet; aber die Feldweibe und die Gte Elegie des ersten Buches lehren, was von Horazens und Messalla's Freund wäre zu erwarten gewesen.

Lucanus, der Enkel des Rhetors M. Annäus Seneca, ist diesem freilich durch rednerischen Schmuck der Diction nur zu sehr verwandt; doch finden wir bei ihm ein vortreffliches und naturwahres Gemälde von der Zerstörung des Druidenwaldes ¶) an dem jetzt baumlosen Gestade von Marseille. Die gefällten Eichenstämme erhalten sich schwebend an ein-

*) Die Stellen des Virgilius, welche Maite-Brun Annos des Voyages T. III. 1808 p. 235—246) als Local-Beschreibungen anführt, beweisen bloß, daß der Dichter die Erzeugnisse der verschiedenen Länder, den Safran des Bergs Imolus, den Weinbau der Sabäer, die wahren Namen vieler kleinen Flüsse, ja die meteorischen Dämpfe kannte, welche aus einer Höhle in den Apenninen bei Amianthus aufsteigen.

†) Virg. Georg. I. 356—392; III. 349—380; Aen. III. 191—211; IV. 246—251; IV. 522—528; XII. 684—689.

‡) S. Ross's Buch I. S. 252 und 453. (Vergl. als einzelne Naturbilder Ovid. Met. I. 568—576; III. 155—164; III. 407—412; VII. 180—188; XV. 296—306. Trist. lib. I. El. 3, 60; lib. III. El. 4, 49; El. 12, 15. Ex Ponto lib. III. Ep. 7—9.) Zu den sel-

tenen Beispielen von individuellen Naturbildern, solchen, die sich auf eine bestimmte Landschaft beziehen, gehört, wie Ross zuerst erwiesen, die anmutige Schilderung einer Quelle am Symmetus, welche mit dem Verse anhebt: Est prope purpureos collos florentis Hymetti . . . (Ovid. de arte am. III. 687). Der Dichter beschreibt die bei den Alten berühmte, der Aphrodite geheiligte Quelle Kallia, die an der Westseite des sonst sehr wasserarmen Symmetus ausbricht. (S. Ross, Brief an Prof. Büros in der Griech. medicin. Zeitschrift, Junius 1837.)

||) Tibullus ed. Wolf 1811, Eleg. lib. I. 6, 21—34; lib. II. 1, 37—66.

¶) Lucan. Phars. III. 400—452 (Vol. I. p. 374—384 Weber).

ander gelebt; entblättert lassen sie den ersten Lichtstrahl in das schauervolle, heilige Dunkel dringen. Wer lange in den Wäldern der Neuen Welt gelebt, fühlt, wie lebendig mit wenigen Zügen der Dichter die Ueppigkeit eines Baummwuchses schildert, dessen riesenmäßige Nester noch in einigen Torfmooren von Frankreich begraben liegen *). In dem didactischen Gedichte Aetna des Lucilius Junior, eines Freundes des L. Annäus Seneca, sind allerdings die Ausbruchsercheinungen eines Vulkans mit Wahrheit geschildert; aber die Auffassung ist ohne Individualität, mit viel minderem, als wir schon oben †) an dem Aetna, dialogus, des jungen Pembo gerühmt haben.

Als endlich die Dichtkunst in ihren großen und edelsten Formen, wie erschöpft, dahinwollte, seit der zweiten Hälfte des 4ten Jahrhunderts, waren die poetischen Bestrebungen, vom Zauber schöpferischer Phantasie entblößt, auf die nüchternen Realitäten des Wissens und des Beschreibens gerichtet. Eine gewisse rednerische Ausbildung des Stils konnte nicht erfolgen, was an einfachem Naturgefühl und idealisirender Begeisterung abging. Als Zeugniss dieser unfruchtbaren Zeit, in der das poetische Element nur wie ein zufälliger anßerer Schmuck des Gedankens erscheint, nennen wir das Moselgedicht des Aufonius. Im aquitanischen Gallien gehören, hatte der Dichter dem Feldzuge Valentinians gegen die Alemannen beigegeben. Die Mosella, in dem alten Erier gedichtet, besingt in einzelnen Stellen ‡) nicht ohne Anmuth die schon damals rebenbepflanzten Hügel eines der schönsten Ströme unsres vaterländischen Bodens; aber die nüchterne Topographie des Landes, die Aufzählung der der Mosel zufließenden Bäche, die Charakteristik der Fischgattungen in Gestalt, Farbe und Sitten sind Hauptgegenstände dieser ganzen didactischen Composition.

In den römischen Prosaisern, unter denen wir schon oben einige denkwürdige Stellen des Cicero angeführt, sind Naturbeschreibungen eben so selten als in den griechischen. Nur die großen Historiker Julius Cäsar, Livius und Tacitus bieten einzelne Beispiele dar, wo sie veranlaßt sind Schlachtfelder, Uebergänge von Flüssen oder unwegsame Bergpässe zu beschreiben, da, wo sie das Bedürfnis fühlen den Kampf der Menschen mit Naturhindernissen zu schildern. In den Annalen des Tacitus entzücken mich die Beschreibung der unglücklichen Schiffsahrt des Germanicus auf der Ems (Amisia) und die großartige geographische Schilderung der Bergketten von Syrien und Palästina §). Curtius ¶) hat uns

*) S. oben Kosmos Buch I. S. 148.

†) S. a. a. O. S. 465. Das Gedicht Aetna des Lucilius, sehr wahrscheinlich Theil eines größeren Gedichts über die Naturmerkwürdigkeiten Siciliens, wurde von Vernecker dem Cornelius Severus zugeschrieben. Eine besondere Aufmerksamkeit verdienen: das Lob des allgemeinen Naturwissens, als „Frucht des Geistes“ betrachtet, v. 270—280; die Lavaströme v. 260—270 und 474—515; die Wasserausbrüche am Fuß des Vulkans (?) v. 395; die Bildung des Vesuvius v. 425 (pag. XVI—XX, 32, 42, 46, 50 und 55 ed. Jacob 1826).

‡) Decii Magni Ausonii Mosella v. 189—199, pag. 15 und 44 Wöding. Veral. auch die in naturhistorischer Hinsicht nicht unwichtige, von Valentinianus beschaffte Benutzung der Fische der Mosel v. 85—150 pag. 9—12, ein Gegenstück zu Ophian (Vernharde, griech. Lit. II. S. 1049). Zu dieser troden didactischen Dichtungsart, welche sich mit Naturproducten beschäftigt, gehören auch die nicht auf ungeschnittenen Ornithogonia und Thoriene des Aemilius Maer aus Verona, den Versen des Kolorphoniers Alexander nachgebildet. Anziehender als des Aufonius Mosella war eine Naturbeschreibung der südlichen Küste von Gallien, welche das Reisegebieth des Claudius Rutilius Namatianus, eines Staatsmannes unter Honorius, enthielt. Durch den Einbruch der Barbaren von Rom vertrieben, lebte Rutilius nach Gallien auf seine Landgüter zurück. Wir besitzen leider nur ein Fragment des zweiten Buchs, welches nicht weiter als bis zu den Steinbrüchen von Carrara führt. S. Rutili-

lii Claudii Namatiani de Reditu suo (e Roma in Galliam Narbonensem) libri duo; roc. A. W. Zumpt 1840 p. XV, 31 und 219) mit einer schönen Carte von Kiepert; Wernsdorff, Poetas lat. min. T. V. P. 1. p. 125.

§) The. Ann. II, 23—24; Hist. V, 6. Das einzige Fragment, das uns der Rhetor Seneca (Suares. I. p. 11 Lipsont.) aus einem Heldengedichte erhalten hat, in welchem Desids Freund Vedo Albinovanus die Thaten des Germanicus besang, beschreibt ebenfalls die unglückliche Schiffsahrt auf der Ems (Pcd. Albinov. Elegine Insit. 1703 p. 172). Seneca hält diese Schilderung des stürmischen Meeres für malerischer als alles, was die römischen Dichter hervorgebracht haben. Freilich sagt er selbst: latini decaumtores in Oceani descriptione non nimis vigerunt; nam aut tunc de scripserunt aut curiosi.

¶) Curt. in Alex. Magno VI, 16. (Veral. Droysen, Gesch. Alexanders des Großen 1833 S. 265.) In dem nur zu rhetorischen Lucius Annäus Seneca (Quaest. Natur. lib. III c. 27—30 pag. 677—686 ed. Lips. 1741) findet sich die merkwürdige Beschreibung eines der verschiedenen Untergänge des einst reinen, dann sündhaft geworrenen Menschengeschlechts durch eine fast allgemeine Wasserfluth: Cum fatalis dies diluvii venerit . . . bis: peracto exitio generis humani extinctisque pariter feris in quarum homines ingenia transierant . . . Veral. die Schilderung ägyptischer Erdrrevolutionen im Bhagavata-Purana, Buch III. c. 17 (ed. Burnouf T. I. p. 441).

ein schönes Naturbild von einer waldigen Wildniß hinterlassen, die das macedonische Heer westlich von Hekatompylos in dem feuchten Mazenderan durchziehen mußte. Ich würde desselben hier ausführlicher erwähnen, wenn man mit einiger Sicherheit unterscheiden könnte, was ein Schriftsteller, dessen Zeitalter so ungewiß ist, aus seiner lebhaften Phantasie, was er aus historischer Quellen geschöpft hat.

Des großen encyclopädischen Werkes des älteren Plinius, dem an Reichthum des Inhalts kein anderes Werk des Alterthums gleich kommt, wird späterhin, in der Geschichte der Weltanschauung, gedacht werden. Es ist, wie der Neffe (der jüngere Plinius) sich schön ausdrückt, „mannigfach wie die Natur.“ Ein Erzeugniß des unwiderstehlichen Hanges zu allumfassendem, oft unfleißigem Sammeln, im Style ungleich, bald einfach und aufzählend, bald gedankenreich, lebendig und rhetorisch geschmückt, ist die Naturgeschichte des älteren Plinius, schon ihrer Form wegen, an individuellen Naturschilderungen arm; aber überall, wo die Anschauung auf ein großartiges Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, auf den wohlgeordneten Kosmos (Naturae majestas) gerichtet ist, kann eine wahre, aus dem Innern quellende Begeisterung nicht verkannt werden. Das Werk hat auf das ganze Mittelalter mächtig nachgewirkt.

Als Beweise des Naturgefühls bei den Römern würden wir gern auch die anmuthig gelegenen Villen auf dem Pincius, bei Tusculum und Tibur, am Vorgebirge Misenum, bei Puteoli und Bajä anführen, wenn sie nicht, wie die des Scaurus und Mäcenaz, des Lucullus und des Hadrian, mit Prachtgebäuden überfüllt gewesen wären. Tempel, Theater, und Rennbahnen bestellten ab mit Vogelhäusern und Gebäuden, der Zucht von Schnecken und Haselnäusen bestimmt. Seinen, allerdings einfacheren Landsitz zu Viternum hatte der ältere Scipio festungsartig mit Thürmen umgeben. Der Name eines Freundes des Augustus (Marius) ist uns aufbewahrt, weil er, Zwang und Unnatur liebend, zuerst die Sitte des Beschneidens der Bäume aufbrachte, um sie nach architectonischen und plastischen Vorbildern kunstmäßig umzuformen. Die Briefe des jüngeren Plinius liefern uns anmuthige Beschreibungen zweier*) seiner zahlreichen Villen (Laurentinum und Tuscum). Wenn man auch in beiden der Baulichkeiten, von beschnittenem Burus umgeben, mehr zusammengedrängt findet, als nach unserm Naturgefühl zu wünschen wäre; so beweisen doch diese Schilderungen, wie die Nachahmung des Thals von Tempe in der tiburtinischen Villa des Hadrian, daß, neben der Liebe zur Kunst, neben der ängstlichsten Sorgfalt für Behaglichkeit durch Stellung der Landhäuser nach Verhältniß zur Sonne und zu vorherrschenden Winden, auch Liebe zu freiem Genuß der Natur den römischen Stadtbewohnern nicht fremd war. Mit Freude sehen wir hinzu, daß dieser Genuß auf den Landgütern des Plinius durch den widrigen Anblick des Sklavenelendes minder gestört war. Der reiche Mann war nicht bloß einer der gelehrtesten seiner Zeit, er hatte auch, was im Alterthum wenigstens selten ausgedrückt ist, rein menschliche Gefühle des Mitleids für die unfreien unteren Volksclassen. Auf den Villen des jüngeren Plinius gab es keine Fesseln, der Sklave als Landbauer vererbte frei, was er sich erworben†).

Von dem ewigen Schnee der Alpen, wenn sie sich am Abend oder am frühen Morgen röthen, von der Schönheit des blauen Gletschersees, von der großartigen Natur der

*) Plin. Epist. II, 17; V, 6; IX, 7; Plin. Hist. nat. XII, 6; Sirt, Gesch. der Baukunst bei den Alten Ab. II. S. 241, 291 und 376. Die Villa Laurentina des jüngeren Plinius lag bei der jetzigen Torre di Paterno im Küstenthale la Palombara östlich von Ostia; s. Viaggio da Ostia alla Villa di Plinio 1802 p. 9 und Le Laurentin par Haubercourt 1838 p. 62. Den Ausdruck eines tiefen Naturgefühls enthalten die wenigen Zeilen, welche Plinius vom Laurentinum aus an Minutius Fundanus schrieb: „Mecum tantum et cum libellis loquor. Rectam sinceramque vitam! Dulce otium honestumque! O mare, o littus, verum secre-

tumque honestum! quam multa invenitis, quam multa diotatis!“ (I, 9.). Sirt hatte die Uebersetzung, daß, wenn in Italien, im 15ten und 16ten Jahrhundert, die strenge geregelte Gartenkunst auskam, welche man lange die française genannt und der freien Landschaftsgärtnerei der Engländer entgegengestellt hat, die Ursache dieser früheren Neigung zu langweilig geregelten Anlagen in dem Wunsch zu suchen sei, nachzuahmen, was der jüngere Plinius in seinen Briefen beschrieben hatte (Geschichte der Baukunst bei den Alten Th. II. S. 366).

†) Plin. Epist. III, 19; VIII, 16.

schweizerischen Landschaft ist keine Schilderung aus dem Alterthum auf uns gekommen; und doch gingen ununterbrochen Staatsmänner, Heerführer, und in ihrem Gefolge Literaten durch Helvetien nach Gallien. Alle diese Reisenden wissen nur über die unfahrbaren, scheußlichen Wege zu klagen, das Romantische der Naturseen beschäftigte sie nie. Es ist sogar bekannt, daß Julius Cäsar, als er zu seinen Legionen nach Gallien zurückkehrte, die Zeit benutzte, um „während des Ueberganges über die Alpen“ eine grammatische Schrift *de analogia* anzufertigen*). Silius Italicus (er starb unter Trajan, wo die Schweiz schon sehr angebaut war) beschreibt die Alpengegend als eine schredenerregende, vegetationslose Einöde†), während er mit Liebe alle Felsenschluchten Italiens und die buschigen Ufer des Visis (Garigliano) besingt‡). Auffallend ist dabei, daß der wunderbare Anblick gegliederter Basaltsäulen, wie das mittlere Frankreich, die Rheinufer und die Lombardei sie in vielfältigen Gruppen darbieten, die Römer zu keiner Beschreibung, ja nicht einmal zu einer Erwähnung angeregt hat.

Während die Gefühle abstarben, welche das classische Alterthum belebten und den Geist auf Handlung und Aeußerung menschlicher Thatkraft, nicht auf Zustände und Betrachtung der Außenwelt leiteten, gewann eine neue Sinnesart Raum. Es verbreitete sich allmählig das Christenthum; und wie dieses, selbst wo es als Staatsreligion austrat, in der großen Angelegenheit der bürgerlichen Freiheit des Menschengeschlechts für die niederen Volksklassen wohlthätig wirkte, so erweiterte es auch den Blick in die freie Natur. Das Auge tastete nicht mehr an den Gestalten der olympischen Götter; der Schöpfer (so lehren es die Kirchenväter in ihrer kunstgerechten, oft dichterisch phantasierenden Sprache) zeigt sich groß in der todten Natur wie in der lebendigen, im wilden Kampf der Elemente wie im stillen Treiben der organischen Entfaltung. Bei der allmählichen Auflösung der römischen Welt Herrschaft verschwinden freilich nach und nach, in den Schriften jener traurigen Zeit, die schöpferische Kraft, die Einfachheit und Reinheit der Diction; sie verschwinden zuerst in den lateinischen Ländern, später auch in dem griechischen Osten. Hang zur Einsamkeit, zu trübem Nachdenken, zu innerer Versenkung des Gemüths wird sichtbar; sie wirkt gleichzeitig auf die Sprache und auf die Färbung des Stils.

Wenn sich auf einmal etwas neues in den Gefühlen der Menschen zu entwickeln scheint, so kann fast immer ein früher, tiefgelegener Keim, wie vereinzelt, aufgespürt werden. Die Weichheit§) des Nimmermors hat man oft eine sentimentale Richtung des Gemüthes genannt. Die alte Welt ist nicht scharf von der neueren geschieden; aber Veränderungen in den religiösen Abhängungen der Menschheit, in den zarfsten sittlichen Gefühlen, in der speciellen Lebensweise derer, welche Einfluß auf den Ideenkreis der Massen ausüben, machten plötzlich vorherrschend, was früher der Aufmerksamkeit entgehen mußte. Die christliche Richtung des Gemüths war die, aus der Weltordnung und aus der Schönheit der Natur die Größe und die Güte des Schöpfers zu beweisen. Eine solche Richtung, die Verherrlichung der Gottheit aus ihren Werken, veranlaßte den Hang nach Naturbeschreibungen. Die frühesten und ausführlichsten finden wir bei einem Zeitgenossen des Terullianus und Philostratus, bei einem rhetorischen Sachwalter zu Rom, Minucius Felix, aus dem Anfang des dritten Jahrhunderts. Man folgt ihm gern im Dämmerlichte an den Strand bei Ostia, den er freilich malerischer und der Gesundheit zuträglicher schildert, als wir ihn jetzt finden. In dem religiösen Gespräch Octavius wird der neue Glaube gegen die Einwürfe eines heidnischen Freundes muthvoll vertheidigt¶).

*) Suet. in Julio Caesaro cap. 56. Das verlorene Gedicht des Cäsar (Iter) beschrieb die Reise nach Spanien, als er zu seiner letzten That sein Heer, nach Sueton in 24, nach Strabo und Appian in 27 Tagen zu Lande von Rom nach Corduba führte, weil die Rüste der in Afrika geschlagenen Pompejanischen Parthei sich in Spanien wieder gesammelt hatten.

†) Sil. Ital. Punica lib. III v. 477.

‡) M. a. D. lib. IV v. 348, lib. VIII v. 399.

§) S. über das elegische Gedicht Nicol. Mach in der allg. Schul-Zeitung 1829 Abth. II. No. 134 S. 1097.

¶) Minucii Felicis Octavius ex rec. Gron. (Roterod. 1743) cap. 2 und 3 (pag. 12—28), cap. 16—18 (pag. 151—171).

Es ist hier der Ort aus den griechischen Kirchenvätern einige Naturschilderungen fragmentarisch einzuschalten, da sie meinen Lesern gewiß weniger bekannt sind, als was aus der römischen Literatur uns die altitalische Liebe zum Landleben überliefert hat. Ich beginne mit einem Briefe Basilus des Großen, für den ich lange schon eine besondere Vorliebe hege. Aus Cäsarea in Cappadocien gebürtig, hatte Basilus, nicht viel über dreißig Jahre alt, dem heiteren Leben zu Athen entsagt, auch schon die christlichen Einsiedeleien in Cölesyrien und Oberägypten besucht, als er sich nach Art der vorchristlichen Essener und Therapeuten in eine Wildniß am armenischen Flusse Iris zurückzog. Dort war sein zweiter Bruder*) Naucratus nach fünfjährigem strengen Anachoretenleben beim Fischen ertrunken. „Ich glaube endlich,“ schreibt er an Gregorius von Nazianz, „das Ende meiner Wanderungen zu finden. Die Hoffnung mich mit Dir zu vereinigen, ich sollte sagen meine süßen Träume (denn mit Recht hat man Hoffnungen Träume des wachenden Menschen genannt), sind unerfüllt geblieben. Gott hat mich einen Ort finden lassen, wie er uns beiden oft in der Einbildungskraft vorgeschwebt. Was diese uns in weiter Ferne gezeigt, sehe ich jetzt vor mir. Ein hoher Berg, mit dichter Waldung bedeckt, ist gegen Norden von frischen, immerfließenden Wassern besudet. Am Fuß des Berges dehnt sich eine weite Ebene hin, fruchtbar durch die Dämpfe, die sie benezen. Der umgebende Wald, in welchem sich vielartige Bäume zusammenträngen, schließt mich ab wie in eine feste Burg. Die Einöde ist von zwei tiefen Thalschluchten begrenzt. Auf der einen Seite bildet der Fluß, wo er vom Berge schäumend herabstürzt, ein schwer zu überschreitendes Hinderniß, auf der andern verschleßt ein breiter Bergrücken den Eingang. Meine Hütte ist auf dem Gipfel so gelegen, daß ich die weite Ebene übersehe, wie den ganzen Lauf des Iris, welcher schöner und wasserreicher ist als der Strymon bei Amphipolis. Der Fluß meiner Einöde, reißender als irgend einer, den ich kenne, bricht sich an der vorspringenden Felswand und wälzt sich schäumend in den Abgrund: dem Vergewanderer ein anmuthiger, wunderbarer Anblick, den Eingeborenen nuzbar zu reichlichem Fischefang. Soll ich Dir beschreiben die befruchtenden Dämpfe, welche aus der (feuchten) Erde, die kühlen Lüfte, welche aus dem (bewegten) Wasserspiegel aufsteigen? soll ich reden von dem lieblichen Gesang der Vögel und der Fülle blühender Kräuter? Was mich vor allem reizt, ist die stille Ruhe der Gegend. Sie wird bisweilen nur von Jägern besucht; denn meine Wildniß nährt Hirse und Heerden wilder Ziegen, nicht eure Bären und eure Wölfe. Wie möchte ich einen anderen Ort mit diesem vertauschen! Alsmån, nachdem er die Echinaden gefunden, wollte nicht weiter umherirren†).“ Es sprechen sich in dieser einfachen Schilderung der Landschaft und des Waldlebens Gefühle aus, welche sich mit denen der modernen Zeit inniger verschmelzen als alles, was uns aus dem griechischen und römischen Alterthume überkommen ist. Von der einsamen Berghütte, in die Basilus sich zurückgezogen, senkt sich der Blick auf das feuchte Laubdach des tief liegenden Waldes. Der Nubess, nach welchem er und sein Freund Gregorius von Nazianz†) so lange sich gesehnt, ist endlich gefunden. Die dichterisch mythische Anspielung am Ende des Briefes erklingt wie eine Stimme, die aus einer andern, früheren Welt in die christliche herüberschallt.

*) Ueber den Tod des Naucratus um das Jahr 357 s. Basilii Magni Opp. omnia ed. Par. 1730 T. III p. XLV. Die jüdischen Essener führten zwei Jahrhunderte vor unrer Zeitrechnung ein Einsiedlerleben am westlichen Ufer des toten Meeres, in Berkehr mit der Natur. Plinius sagt schön von ihnen (V, 15): „mira gens, socia palmarum.“ Die Therapeuten wohnten ursprünglich, und in mehr köstlicher Gemeinschaft, in einer anmuthigen Gegend am See Möris (Neander, allg. Geschichte der christl. Religion und Kirche Bd. I. Abth. 1. 1842 S. 73 und 103).

†) Basilii M. Epist. XIV p. 93. Ep. CCXXIII p. 339. Ueber den schönen Brief an Gregorius von Nazianz und über die poetische Stimmung des heil. Basilius s. Billémain de l'éloquence chrétienne dans le quatriéme siècle, in seinen Mélanges historiques et littéraires T. III. p. 320—325. Der Iris, an dessen Ufern die Familie des großen Basilus alten Ländereßß hatte, entspringt in Armenien, durchströmt die pontischen Landschaften und fließt, mit den Wassern des Euxinus gemischt, in das schwarze Meer.

†) Gregorius von Nazianz ließ sich jedoch nicht durch die Beschreibung der Einsiedelei des Basilus am Iris reizen; er zog Ariamus in der Tiberina Regio vor, obgleich sein Freund diesen Ort mürrisch ein unheimliches Bapaßpa nennt. S. Basilii Ep. II p. 70 und die Vita Sanoti Bas. p. XLVI und LIX der Ausg. von 1730.

Auch des Basiliius Homilien über das Heracleron zeugen von seinem Naturgefühl. Er beschreibt die Milde der ewig heiteren Nächte in Kleinasien, wo, wie er sich ausdrückt, die Sterne, „die ewigen Blüten des Himmels,“ den Geist des Menschen vom Sichtbaren zum Unsichtbaren erheben*). Wenn er in der Sage von der Welterschöpfung die „Schönheit des Meeres“ preisen will, so beschreibt er den Anblick der grenzenlosen Fläche in ihren verschiedenen, wechselnden Zuständen: „wie sie, vom Hauch der Lüfte sanft bewegt, vielfarbig, bald weißes, bald blaues, bald röthliches Licht zurückwirft, wie sie die Küste liebkost in ihren friedlichen Swelen.“ Diefelbe sentimental-schwerwüthige, der Natur zugewandte Stimmung finden wir bei Gregorius von Nissa, dem Bruder des Großen Basiliius. „Wenn ich,“ ruft er aus, „jeden Felsenrücken, jeden Thalgrund, jede Ebene mit neuent-sprossenem Grase bedeckt sehe, dann den mannigfaltigen Schmuck der Bäume, und zu meinen Füßen die Villen, doppelt von der Natur ausgestattet mit Wohlgeruch und mit Farben-reiz; wenn ich in der Ferne sehe das Meer, zu dem hin die wandelnde Wolke führt: so wird mein Gemüth von Schwermuth ergriffen, die nicht ohne Wonne ist. Verschwinden dann im Herbst die Früchte, fallen die Blätter, starren die Aeste des Baumes ihres Schmuckes beraubt; so versenken wir uns (bei dem ewig und regelmäßig wiederkehrenden Wechsel) in den Einklang der Wunderkräfte der Natur. Wer diese mit dem sinnigen Auge der Seele durchschaut, fühlt des Menschen Kleinheit bei der Größe des Weltalls†).“

Leitete eine solche Verherrlichung Gottes in liebevoller Anschauung der Natur die christlichen Griechen zu dichterischen Naturschilderungen, so waren sie dabei auch immer, in den früheren Zeiten des neuen Glaubens, nach der Eigenthümlichkeit ihrer Sinnesart, voll Verachtung aller Werke der menschlichen Kunst. Chrysostomus sagt in unzähligen Stellen: „Siehst du schimmernde Gebäude, will dich der Anblick der Säulengänge verführen, so betrachte schnell das Himmelsgewölke und die freien Felder, in welchen die Heerden am Ufer der Seen weiden. Wer verachtet nicht alle Schöpfungen der Kunst, wenn er in der Stille des Herzens früh die aufgehende Sonne bewundert, indem sie ihr goldenes (frohsorgelbes) Licht über den Erdfreis gießt; wenn er, an einer Quelle im tiefen Grase oder unter dem dunkeln Schatten dichtbelaubter Bäume ruhend, sein Auge weidet an der weiten dämmernd hinschwindenden Ferne?‡)“ Antiochien war damals von Einsiedeleien umgeben, und in einer derselben lebte Chrysostomus. Es war als hätte die Beredsamkeit am Quell der Natur, in den damals waldigen Berggegenden von Syrien und Kleinasien ihr Element, die Freiheit, wiedergefunden.

Als aber in den späteren, aller Geistescultur feindlichen Zeiten das Christenthum sich unter germanische und celtische Volkstämme verbreitete, die vormalig, dem Naturdienst ergeben, in rohen Symbolen die erhaltenden und zerstörenden Mächte verehrten, wurden allmählig der nahe Umgang mit der Natur und das Aufspüren ihrer Kräfte, als zur Zauberei anregend, verdächtigt. Dieser Umgang schien eben so gefahrbringend, wie dem Tertullian, dem Clemens von Alexandrien und fast allen älteren Kirchenvätern die Pflege der

*) Basilii Homil. in Hexaem. VI, 1 und IV, 6 (Bas. Opp. omnia ed. Zul. Garnier 1839 T. I. p. 54 und 70.) Vergl. damit den Ausdruck der tiefsten Schwermuth in dem schönen Gedichte des Gregorius von Nazianz unter der Ueberschrift: „von der Natur des Menschen“ (Gregor. Naz. Opp. omnia ed. Par. 1611 T. II. Carn. XIII p. 85).

†) Die im Texte citirte Stelle des Gregorius von Nissa ist aus einzelnen hier wörtlich übersetzten Fragmenten zusammengetragen. Es finden sich dieselben in S. Gregorii Nysseni Opp. ed. Par. 1615 T. I. p. 49 C, p. 559 D, p. 210 C, p. 780 C; T. II. p. 860 B, p. 619 B, p. 619 D, p. 324 D. „Sei milde gegen die Reuigen der Schwermuth,“ sagt Ibalassius in Denksprüchen, welche von seinen Zeitgenossen bewundert wurden (Biblioth. Patrum ed. Par. 1624 T. II. p. 1180 C).

‡) S. Joannis Chrysostomi Opp. omnia Par. 1838 (89) T. IX. p. 687 A, T. II. p. 821 A und 851 B, T. I. p. 79. Vergl. auch Joannis Philoponi in cap. 1 Geneseos de creatione Mundi libri septem. Viennae Austr. 1630 p. 192, 236 und 272; wie auch Georgii Pisidae Mundi opificium ed. 1596 v. 367—375, 560, 923 und 1248. Die Werke des Basiliius und des Gregorius von Nazianz hatten schon früh, seitdem ich anfing, Naturschilderungen zu sammeln, meine Aufmerksamkeit gefesselt: aber alle anageführten trefflichen Uebersetzungen von Gregorius von Nissa, Chrysostomus und Ibalassius verbanke ich meinem vieljährigen, mir immer so hülfreichen Collegen und Freunde Herrn Gase, Mit-glied des Instituts und Conservator der Königl. Bibliothek zu Paris.

plastischen Künste. In dem zwölften und dreizehnten Jahrhunderte untersagten Kirchenversammlungen zu Tours (1163) und zu Paris (1209) den Mönchen das sündbaste Lesen physikalischer Schriften*). Erst durch Albert den Großen und Roger Bacon wurden die Geistesesseln muthvoll gebrochen, die „Natur entzündigt“ und in ihre alten Rechte eingesetzt.

Wir haben bisher die Contraste geschildert, die bei Griechen und Römern, in zwei so nahe mit einander verwandten Literaturen, sich nach Verschiedenheit der Zeitepochen offenbarten. Aber nicht die Zeit allein, d. h. die Weltbegebenheiten, welche Regierungsform, Sitten und religiöse Anschauungen unaufhaltsam umwandeln, bringen diese Contraste in der Gefühlswaise hervor; noch auffallender sind die, welche die Stammverschiedenheit der Menschen und ihre geistigen Anlagen erzeugen. Wie ganz anders zeigen sich uns Lebendigkeit des Naturgefühls und dichterische Färbung der Naturschilderungen bei den Hellenen, den Germanen des Nordens, den semitischen Stämmen, den Persern und Indern! Es ist eine vielfach geäußerte Meinung, daß bei den nordischen Völkern die Freude an der Natur, eine alte Sehnsucht nach den anmuthigen Gefilden von Italien und Griechenland, nach der wundervollen Ueppigkeit der Tropen-Vegetation hauptsächlich einer langen winterlichen Entbehrung alles Naturgenusses zuzuschreiben sei. Wir läugnen nicht, daß die Sehnsucht nach dem Palmenklima abnimmt, je nachdem man sich dem mittäglichen Frankreich oder der iberischen Halbinsel nähert; aber der jetzt so allgemein gebrauchte, auch ethnologisch richtige Name indogermanischer Stämme sollte allein schon daran erinnern, daß man jenen Einflüssen des nordischen Winters nicht eine zu allgemeine Wirkfamkeit zuschreiben müsse. Die überreiche dichterische Literatur der Indier lehrt, daß zwischen den Wendekreisen und denselben nahe, südlich von der Himalaya-Kette, immer grüne und immer blüthenreiche Wälder die Einbildungskraft der ost-arischen Völker von je her lebhaft anregten, daß diese Völker sich zur naturbeschreibenden Poesie mehr noch hingeneigt fühlten, als die im unwirthbaren Norden bis Island verbreiteten ächt germanischen Stämme. Eine Entbehrung oder wenigstens eine gewisse Unterbrechung des Naturgenusses ist aber auch den beglückteren Klimaten des südlichen Asiens eigen. Die Jahreszeiten sind schroff von einander geschieden, durch Wechsel von allbefruchtendem Regen und staubig verödetender Dürre. In Persien (der west-arischen Hochebene) dringt die pflanzenleere Wüste mannigfach busenförmig in die gesegnetsten Fruchtländer ein. Waldung bildet oft in Mittel- und Vorderasien das Ufer der weitgedehnten inneren Steppenmeere. So gewähren dem Bewohner jener heißen Klimate die räumlichen Verhältnisse des Bodens in horizontaler Richtung denselben Contrast der Dede und des Pflanzenreichthums als in senkrechter Richtung die schneebedeckten Bergketten von Indien und Afghanistan. Großartige Contraste der Jahreszeiten, der Vegetation und der Höhe sind aber überall, wo eine lebendige Naturschauung mit der ganzen Cultur und den religiösen Ahnungen eines Volksstammes verwebt ist, die anregenden Elemente dichterischer Phantasie.

Freude an der Natur, dem beschaulichen Gang der germanischen Nationen eigenthümlich, spricht sich in einem hohen Grade in den frühesten Gedichten des Mittelalters aus. Die ritterliche Poesie der Minnesänger in der hohenstaufischen Zeit giebt zahlreiche Beweise dafür. So mannigfaltige historische Berührungspunkte auch diese Poesie mit der romanischen der Provenzalen hat, so ist doch das ächt germanische Princip nie daran verkannt worden. Ein inniges, alles durchdringendes Naturgefühl leuchtet aus den germanischen

*) Ueber das Concilium Turonense unter Pabst Alexander III. s. Ziegelbauer, Hist. Rei litter. ordinis S. Benedicti T. II. p. 248 ed. 1754; über das Concilium in Paris von 1209 und die Bulle Gregors IX vom Jahr 1231 s. Jourdain, Recherches critiques sur les traductions d'Aristote 1819 p. 201—206. Es war das Lesen der physikalischen Bücher des Aristoteles

mit strengen Strafen belegt worden. In dem Concilium Lateranense von 1139 (Sacror. Concil. nova Collectio ed. Ven. 1776 T. XXI. p. 528) wurde den Mönchen bloß die Ausübung der Medicin untersagt. Veral. die gelehrte und anmuthige Schrift des jungen Volksgang von Goethe: der Mensch und die elementarische Natur 1844 S. 10.

Sitten und allen Einrichtungen des Lebens, ja aus dem Hange zur Freiheit hervor*). Viel in höfischen Kreisen lebend, ja oft aus ihnen entsprossen, blieben die wandernden Minnesänger mit der Natur in beständigem Verkehr. Es erhielt sich frisch in ihnen eine idyllische, oft elegische Gemüthsstimmung. Um das zu würdigen, was eine solche Stimmung hervorgebracht, wende ich mich zu den Forschungen der tiefsten Kenner unseres deutschen Mittelalters, zu meinen edeln Freunden Jacob und Wilhelm Grimm. „Die vaterländischen Dichter jener Epoche,“ sagt der Letztere, „haben sich nirgends einer abgeordneten Naturschilderung hingegeben, einer solchen, die kein anderes Ziel hat, als den Eindruck der Landschaft auf das Gemüth mit glänzenden Farben darzustellen. Der Sinn für die Natur fehlte den altdutschen Meistern gewiß nicht; aber sie hinterließen uns keine andre Aeußerung dieses Sinnes als die, welche der Zusammenhang mit geschichtlichen Vorfällen oder mit den Empfindungen erlaubte, die in lyrische Gedichte ausströmten. Um mit dem Volksepos, den ältesten und werthvollsten Denkmälern, zu beginnen, so findet sich weder in den Nibelungen noch in der Gudrun†) die Schilderung einer Naturscene, selbst da, wo dazu Veranlassung war. Bei der sonst umständlichen Beschreibung der Jagd, auf welcher Siegfried ermerdet wird, geschieht nur Erwähnung der blumenreichen Heide und des kühlen Brynnens unter der Linde. In der Gudrun, die eine gewisse feinere Ausbildung zeigt, bricht der Sinn für die Natur etwas mehr durch. Als die Königs-Tochter mit ihren Gefährten, zu niedrigem Sklavendienste gezwungen, die Gewänder ihrer grausamen Gebieter an das Ufer des Meeres trägt, wird die Zeit bezeichnet, wo der Winter sich eben gelöst und der Wettgesang der Vögel beginnt. Noch fallen Schnee und Regen herab, und das Haar der Jungfrauen wird vom rauhen Märzwinde gepetst. Als Gudrun, ihre Befreier erwartend, das Lager verläßt und nun das Meer beim Aufgang des Morgensterns zu schimmern beginnt, unterscheidet sie die dunkeln Helme und die Schilde der Freunde. Es sind wenige Worte, welche dies andeuten, aber sie geben ein anschauliches Bild, bestimmt die Spannung vor einem wichtigen geschichtlichen Ereigniß zu vermehren. Nicht anders macht es Homer, wenn er die Cyclopen-Insel schildert und die geordneten Gärten des Alcinous: er will anschaulich machen die üppige Fülle der Wildniß, in der die riesigen Ungeheuer leben, und den prächtigen Wohnsitz eines mächtigen Königs. Beide Dichter geben nicht darauf aus eine für sich bestehende Naturschilderung zu entwerfen.“

„Dem schlichten Volksepos stehen die inhaltreichen Erzählungen der ritterlichen Dichter des dreizehnten Jahrhunderts entgegen, die eine bewußte Kunst übten und unter welchen sich Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Strasburg‡) im Beginn des Jahrhunderts so sehr hervorheben, daß man sie die großen und classischen nennen kann. Aus ihren umfangreichen Werken würde man Beweise genug von tiefem Gefühl für die Natur, wie es zumal in Gleichnissen ausbricht, sammeln können; aber der Gedanke an unabhängige Naturschilderungen war auch ihnen fremd. Sie hemmten nicht den Fortschritt der Handlung, um bei der Betrachtung des ruhigen Lebens der Natur stille zu stehn. Wie verschieden davon sind die neueren dichterischen Compositionen! Bernardin de St. Pierre braucht die Ereignisse nur als Rahmen für sein Gemälde. Die lyrischen Dichter des dreizehnten Jahrhunderts, zumal wenn sie die Minne besingen (was sie nicht immer thun), reden oft genug von dem milden Mai, dem Gesang der Nachtigall, dem Thau, welcher an den Blüthen der Heide glänzt: aber immer nur in Beziehung der Gefühle, die

*) Friedr. Schlegel über nordische Dichtkunst in seinen sämmtlichen Werken Bd. X. S. 71 und 90. Aus der sehr frühen Zeit Karls des Großen ist noch die dichterische Schilderung des waldigen, wieseneinschließenden Thiergartens bei Aachen anzuführen in dem Leben des großen Kaisers von Angilbertus, Abt von St. Riquier (J. Perz, Monum. Vol. II. pag. 393—403).

†) S. die Vergleichung beider Epen, der Nibelungen (die Nade der Chriemhild schildernd, der Gemahlin des hörnernen Siegfried) und der Gudrun (der Tochter Königs Hettel), in Gervinus Gesch. der deutschen Lit. Bd. I. S. 354—381.

‡) Ueber die romanische Schilderung der Höhle der Liebenden im Tristan des Gottfried von Strasburg s. Gervinus a. a. O. Bd. I. S. 450.

sich darin abspiegeln sollen. Um traurende Stimmungen zu bezeichnen, wird der falcken Blätter, der verstummenden Vögel, der in Schnee vergrabenen Saaten gedacht. Dieselben Gedanken, freilich schön und sehr verschiedenartig ausgedrückt, kehren unablässig wieder. Der seelenvolle Walthar von der Vogelweibe und der tief sinnige Wolfram von Eschenbach, von dem wir leider nur wenige lyrische Gesänge besitzen, sind hier als glänzende Beispiele aufzuführen."

"Die Frage, ob der Contact mit dem südlichen Italien oder durch die Kreuzzüge mit Kleinasien, Syrien und Palästina die deutsche Dichtkunst nicht mit neuen Naturbildern bereichert habe, kann im allgemeinen nur verneint werden. Man bemerkt nicht, daß die Bekanntschaft mit dem Orient dem Minnegefang eine andere Richtung gegeben habe. Die Kreuzfahrer kamen wenig in nahe Verbindung mit den Sarazenen; ja sie lebten selbst mit anderen Völkern, die für dieselbe Sache kämpften, in großer Spannung. Einer der ältesten Iorischen Dichter war Friedrich von Hausen. Er kam in dem Heere Barbarossa's um. Seine Lieder enthalten vielfache Beziehungen auf die Kreuzfahrt, aber sie drücken nur religiöse Ansichten aus oder den Schmerz sich von der Geliebten getrennt zu sehen. Von dem Lande fand er, und alle die an den Kreuzzügen Theil nahmen, wie Reinmar der Alte, Rubin, Neidhart und Ulrich von Lichtenstein, nicht Veranlassung etwas zu sagen. Reinmar kam als Pilgrim nach Syrien, wie es scheint, im Gefolge Herzogs Leopold VI. von Oestreich. Er klagt, daß die Gedanken an die Heimath ihn nicht loslassen, und ihn von Gott abziehen. Die Dattelpalme wird hier einige Male genannt, wo der Palmenzweige gedacht ist, welche fromme Pilger auf der Schulter tragen sollen. Ich erinnere mich auch nicht, daß die herrliche Natur Italiens die Phantasie der Minnesänger angeregt habe, welche die Alpen überstiegen. Walthar von der Vogelweibe, der weit umhergezogen, hatte nur den Po gesehen; aber Freidank *) war in Rom. Er bemerkt bloß, daß in den Pallästen derer, welche sonst dort herrschten, Gras wachse."

Das deutsche Thierepos, welches nicht mit der Thierfabel des Orients verwechselt werden darf, ist aus einem Zusammenleben mit der Thierwelt entstanden, ohne die Absicht zu haben diese darzustellen. Das Thierepos, welches Jacob Grimm in der Einleitung zu seiner Ausgabe des Reinhart Fuchs so meisterhaft behandelt, bezeugt eine innige Freude an der Natur. Die nicht an den Boden gefesselten, mit Stimme begabten, leidenschaftlich aufgeregten Thiere contrastiren mit dem Stillleben der schweigsamen Pflanzen. Sie sind ein immerdar thätiges die Landschaft belebendes Princip. "Die alte Poesie betrachtet das Naturleben gern mit menschlichem Auge, sie leiht den Thieren und bisweilen selbst den Pflanzen Sinn und Empfindungen des Menschen, indem sie phantasiereich und kindlich alles Wahrgenommene in Gestalt und Trieben zu deuten weiß. Kräuter und Blumen sind von Göttern und Helden gepflückt und gebraucht worden, sie führen dann nach ihnen den Namen. Man fühlt, daß wie ein alter Waldgeruch uns aus dem deutschen Thiergedicht anwehe." †)

An die Denkmäler germanischer Naturdichtung hätte man vormals geneigt sein können Reste celtisch-irischer Dichtung anzuschließen, die ein halbes Jahrhundert lang unter dem Namen Ossians wie Nebelgestalten von Volk zu Volk gewandelt sind; aber der Zauber ist verschwunden, seitdem des talentvollen Macpherson's literarisches Benehmen durch die

*) Bribanke's Bescheidenheit von Wilhelm Grimm 1831 S. I und CCXVIII. Das ganze Urtheil über das deutsche Volksepos und über den Minnegefang (im Text von S. 206 bis S. 208) habe ich einem Briefe von Wilhelm Grimm an mich (Oct. 1815) entlehnt. Aus einem sehr alten angelsächsischen Gedichte über die Namen der Runen, welches dieses Hefes zuerst bekannt gemacht und das eine gewisse Verwandtschaft mit eddischen Liedern hat, schalte ich hier noch eine recht charakteristische Beschreibung der Birke ein: "Beorc ist

in Aesten schön; an den Spitzen rauscht sie lieblich bewachsen mit Blättern, von den Lüften bewegt." Einfach und edel ist die Begründung des Tages: "Tag ist des Herren Bot, theuer dem Menschen, herrliches Licht Gottes, Freude und Zuersticht Reichen und Armen, allen gedehlich!" Vergl. Wilhelm Grimm über deutsche Runen 1821 S. 94, 225 und 234.

†) Jacob Grimm in Reinhart Fuchs 1834 S. CCXCIV. (Vergl. auch Christian Lassen in seiner indischen Alterthumskunde Bd. I. 1843 S. 296.)

Herausgabe des von ihm geschmiedeten galischen Urtextes (einer Rückübertragung des englischen Werkes) vollkommen aufgedeckt worden ist. Es giebt alt-irische Singalieder unter dem Namen der Finnianischen aufgezeichnet aus christlicher Zeit, vielleicht nicht einmal bis zu der des achten Jahrhunderts hinaufreichend; aber diese Volksgefänge enthalten wenig von den sentimentalen Naturschilderungen, welche den Macpherson'schen Gedichten einen besonderen Reiz geben *).

Wir haben schon oben bemerkt, daß, wenn sentimental-romantische Anregungen der Gefühle dem indogermanischen Menschenstamme des nördlichen Europa's in einem hohen Grade eigenthümlich sind, man diese Erscheinung nicht allein als Folge des Klima's, d. h. der durch lange Entbehrung gesteigerten Sehnsucht, betrachten darf. Wir haben erinnert, wie die indische und persische Literatur, unter der Gluth des südlichen Himmels entwickelt, die reizendsten Schilderungen liefert sowohl der organischen als der todten elementarischen Natur, des Uebergangs der Dürre zum tropischen Regen, der Erscheinung des ersten Gewölkes im tiefen Blau der reinen Lüfte, wenn die langersehnten ekefischen Winde in dem gestäuberten Laube der Palmengipfel allmählig zu rauschen beginnen.

Es ist hier der Ort etwas tiefer in das Gebiet der indischen Naturschilderung einzudringen. „Denken wir uns,“ sagt Lassen in seiner vortrefflichen indischen Alterthumskunde †), „einen Theil des arischen Stammes aus seinem Ursitz, dem Nordwestlande, nach Indien eingewandert, so fand sich derselbe dort von einer ganz neuen, wundervoll reichen Natur umgeben. Die Milde des Klima's, die Fruchtbarkeit des Bodens, seine freigebige Fülle an herrlichen Gaben mußten dem neuen Leben eine heitere Farbe mittheilen. Bei den ursprünglichen herrlichen Anlagen des arischen Volkes, bei dem Besitze einer höheren Ausstattung des Geistes, in der alles Erhabene und Große, das von den Indern ausgeführt ist, wie in einem Keime wurzelt, erzeugte früh die Anschauung der Außenwelt ein tiefes Nachdenken über die Kräfte der Natur: ein Nachdenken, welches die Grundlage der contemplativen Richtung ist, die wir innigst mit der ältesten Poesie der Inder verwebt finden. Ein so allbeherrschender Eindruck, welchen die Natur auf das Bewußtsein des Volkes gemacht, bethätigt sich am deutlichsten in seiner religiösen Grundansicht, in der Erkenntniß des Göttlichen in der Natur. Die sorgenlose Leichtigkeit des äußeren Daseins kam einer contemplativen Richtung fördernd entgegen. Wer konnte sich ungestörter und inniger der Betrachtung hingeben, nachsinnen über das irdische Leben, den Zustand des Menschen nach dem Tode, über das Wesen des Göttlichen, als die indischen Büßer, die waldbewohnenden Brahmanen ‡), deren alte Schulen eine der eigenthümlichsten Erscheinungen des indischen Lebens bilden und auf die geistige Entwicklung des ganzen Stammes einen wesentlichen Einfluß ausgeübt haben?“

Soll ich hier, wie ich, von meinem Bruder und anderen Sanskritkundigen geleitet, in meinen öffentlichen Vorlesungen gethan, einzeln an das erinnern, was ein lebendiges und häufig ausbrechendes Naturgefühl in die beschreibenden Theile der indischen Poesie eingewebt hat; so beginne ich mit den Veden, dem ersten und heiligsten Denkmale der Cultur

*) Die Unächtheit der Lieder Ossian's und des Macpherson'schen Ossian's insbesondere, von Tälvi (1840), der geistreichen Uebersetzerin der serbischen Volksweisen. Die erste Publication des Ossian von Macpherson ist von 1760. Die Finnianischen Lieder entstehen allerdings in den schottischen Hochlanden wie in Irland, aber sie sind nach O'Reilly und Drummond von Irland aus dahin übergetragen.

†) Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 412—415.

‡) Ueber die indischen Waldeinsiedler, Vanaprasthen (ayivoclae) und Sramanen (ein Name, der in Saramanen und Garmanen verstümmelt wurde) s. Lassen de nominibus quibus veteribus appellantur Indorum philosophi im Rhein. Museum für Philologie 1833 S.

178—180. Wilhelm Grimm findet eine in bische Färbung in der Waldbeschreibung, die der Pfaffe Hambrecht vor 1200 Jahren in seinem Alexanderliede giebt, das zunächst nach einem französischen Vorbilde gedichtet ist. Der Held kommt in einen wunderbaren Wald, wo aus großen Blumen übernatürliche, mit allen Reizen ausgeschmückte Mädchen hervorstiegen. Er verweilte so lange bei ihnen, bis Blumen und Mädchen wieder hinstiegen. (Vergl. Gervinus Abt. I. S. 282 und Wasmann, Denkmäler Bd. I. S. 16.) Das sind die Mädchen aus Erff's östlicher Zaubersinfel Davar, die ein Ausfuhrartifel sind und in der lateinischen Uebersetzung des Masudi Chetbeddin puellae vasvakienses heißen. (Sumboldt, Examen crit. de la Géographie T. I. p. 53.)

ost-arischer Völker. Ihr Hauptgegenstand ist die Verehrung der Natur. Reizende Schilderungen der Morgenröthe und des Anblicks der „goldhändigen“ Sonne enthalten die Hymnen des Rigveda. Die großen Heldengebichte Ramayana und Mahabharata sind jünger als die Vedea, älter als die Puranen. In den epischen Schöpfungen ist ihrem Wesen nach die Verherrlichung der Natur an die Sage geknüpft. Wenn in den Vedea sich selten örtlich die Scene angeben läßt, welche die heiligen Weisen begeisterte, so sind dagegen in den Heldengebichten die Naturschilderungen meist individuell und an bestimmte Localitäten gebunden, daher, was hauptsächlich Leben giebt, aus selbstempfangenen Eindrücken geschöpft. Von reicher Färbung ist die Reise Rama's von Ayodhya nach der Residenzstadt Tschanaka's, sein Leben im Urwalde, das Bild von dem Einsiedlerleben der Panduiden.

Der Name Kalidasa's ist vielfach und früh unter den westlichen Völkern gefeiert worden. Der große Dichter glänzte an dem hochgebildeten Hofe des Vikramaditya, also gleichzeitig mit Virgil und Horaz. Die englischen und deutschen Uebersetzungen der Sakuntala haben die Bewunderung angeregt, welche dem Kalidasa in so reichem Maasse gezollt worden ist*). Zartheit der Empfindungen und Reichthum schöpferischer Phantasie weisen ihm seinen hohen Rang unter den Dichtern aller Nationen an. Den Reiz seiner Naturschilderungen bezeugen das liebliche Drama Vikrama und Urvast, wo der König im Dickicht der Wälder umherirrt, um die Nymphe Urvast zu suchen, das Gedicht der Zahreszeiten und der Wolkenbote (Meghaduta). Mit bewundernswürdiger Naturwahrheit ist in diesem die Freude geschildert, mit welcher nach langer tropischer Dürre die erste Erscheinung eines aufsteigenden Gewölkes als Anzeige der nahen Regenzeit begrüßt wird. Der Ausdruck Naturwahrheit, dessen ich mich eben bedient habe, kann allein die Kühnheit rechtfertigen neben dem indischen Wolkenboten an ein Naturbild von dem Eintritt der Regenzeit zu erinnern †), das ich in Südamerika zu einer Epoche entworfen, wo Kalidasa's Meghaduta mir auch nicht einmal aus Chézy's Uebersetzung bekannt sein konnte. Die geheimnißvollen meteorologischen Prozesse, welche im Luftreife vorgehen, in Dunstbildung, Volkengestalt und leuchtenden electrischen Erscheinungen, sind zwischen den Wendekreisen dieselbe in beiden Continenten; und die idealisirende Kunst, deren Beruf es ist die Wirklichkeit zu einem Bilde zu erheben, würde nicht von ihrem Zauber verlieren, wenn es dem zergliedernden Beobachtungsgeiste späterer Jahrhunderte glückte die Naturwahrheit einer alten, nur beschaunden Dichtung zu bekräftigen.

Von den Syrern, den brahmanischen Indern, und der verschiedenen Richtung ihres Sinnes auf die malerische Schönheit der Natur‡) gehen wir zu den West-Ärtern, den

*) Kalidasa, am Hofe des Vikramaditya, lebte ungefähr 56 Jahr vor unser Zeitrechnung. Das Alter der beiden großen Heldengebichte, des Ramayana und Mahabharata, reicht sehr wahrscheinlich weit über die Erscheinung Buddha's, d. i. weit über die Mitte des sechsten Jahrhunderts vor Chr., hinaus (Burnouf, Bhagavata-Purana T. I. p. CXXI und CXXVIII; Passen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 336 und 492). Georg Forster hat durch die Uebersetzung der Sakuntala, d. i. durch die geschmackvolle Verdeutschung einer englischen Uebersetzung von William Jones (1791), viel zu dem Enthusiasmus beigetragen, welcher damals zuerst für indische Dichtkunst in unserm Vaterlande ausbrach. Ich erinnere gern an zwei schöne Dittichen Geytze's, die 1792 erschienen:

Wißt du die Blüthe des frühen, die Früchte des späteren Jahres,
Wißt du, was reizt und entzückt, wußt du, was sättigt und nährt,

Wißt du den Himmel, die Erde mit einem Namen begreifen;
Kenn' ich, Salentala, Dich, und so ist alles gesagt.

Die neueste deutsche Uebersetzung des indischen Drama's nach den wichtigen von Brechtius aufgefundenen Urtexten, ist die von Otto Böthlingk (Bonn 1842).

†) Humboldt über Steppen und Wästen in den Ansichten der Natur, 2te Ausg. 1826 Bd. I. S. 33—37.

‡) Um das Wenige zu vervollständigen, was in dem Texte der indischen Literatur entlehnt ist, und um (wie früher bei der griechischen und römischen Literatur geschehen ist, die Quellen einzeln angeben zu können, schalte ich hier, nach den freundlichen handschriftlichen Mittheilungen eines ausgezeichneten und philologischen Kenners der indischen Dichtungen, Herrn Theodor Goldstücker, allgemeinere Betrachtungen über das indische Naturgefühl ein:

„Unter allen Einflüssen, welche die geistige Entwicklung des indischen Volkes erfahren, scheint mir derjenige der erste und wichtigste, welchen die reiche Natur des Landes auf das Volk ausgeübt hat. Das tiefste Naturgefühl ist zu allen Zeiten der Grundzug des indischen Geistes gewesen. Drei Epochen lassen sich mit Bezug auf die Weise angeben, in welcher sich dieses Naturgefühl offenbart hat. Jede derselben hat ihren bestimmten, im Leben und in der Tendenz des Volkes tief begründeten Charakter. Daher können wenige Beispiele hinreichen, um die fast dreitausendjährige Thätigkeit der indi-

Persern, über, welche sich im nördlicheren Zentrallande getrennt hatten und ursprünglich einer geistigen Verehrung der Natur neben der dualistischen Anschauung von Ahriman und Ormuzd zugethan waren. Was wir persische Literatur nennen, steigt nur in die Zeit der Sassaniden hinauf; die ältesten Denkmale der Dichtung sind untergegangen. Erst nachdem das Land von den Arabern unterjocht und sich selbst entfremdet war, erhielt es

schon Phantasie zu bezeichnen. Die erste Epoche des Ausdrucks eines regen Naturgefühls offenbaren die Vedas. Aus dem Rigveda führen wir an die einfach erhaltenen Schilderungen der Morgenröthe (Rigveda-Sanhita ed. Rosen 1838 hymn. XLVI p. 88, hymn. XLVIII p. 92, hymn. XCII p. 184, hymn. CXIII p. 233; vergl. auch Höfer, ind. Gedichte 1841 Lese 1. S. 3) und der „goldhändigen“ Sonne (s. a. d. hymn. XXII p. 31, hymn. XXXV p. 65). Die Verehrung der Natur war hier, wie bei anderen Völkern, der Beginn des Glaubens; sie hat aber in den Vedas die besondere Bestimmtheit, daß der Mensch sie stets in ihrem tiefsten Zusammenhange mit seinem eigenen äußern und inneren Leben auffaßt. — Sehr verschieden ist die zweite Epoche. In ihr wird eine populäre Mythologie geschaffen; sie hat den Zweck, die Sagen der Vedas für das der Urgelt schon entfremdete Bewußtsein fasslicher auszubilden und mit historischen Ereignissen, die in das Reich der Mysterien erhoben werden, zu verweben. Es fallen in diese zweite Epoche die beiden großen Heldengedichte Ramayana und Mahabharata, von denen das letztere, jüngere noch den Nebenweib hat, die Brahmanen unter den vier, welche die Verfassung des alten Indiens konstituiren, zu der einflussreichsten zu machen. Darum ist das Ramayana auch schöner, an Naturgefühl reicher; es ist auf dem Boden der Poesie geblieben und nicht genötigt gewesen, Elemente, die diesem fremd, ja fast widerstrebend sind, anzunehmen. In beiden Dichtungen ist die Natur nicht mehr, wie in den Vedas, das ganze Gemäde, sondern nur ein Theil desselben. Zwei Punkte unterscheiden die Auffassung der Natur in dieser Epoche der Heldengedichte wesentlich von derjenigen, welche die Vedas darthun; des Abstandes in der Form nicht zu gedenken, welcher die Sprache der Verehrung von der Sprache der Erzählung trennt. Der eine Punkt ist die Verallgemeinerung der Naturdarstellung (s. V. im Ramayana nach Wilhelm von Schlegel das erste Buch oder Balakanda und das zweite Buch oder Ayodhyakanda; s. auch über den Unterschied der genannten beiden großen Epen Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 482); der andere Punkt, mit dem ersten nahe verbunden, betrifft den Inhalt, um den sich das Naturgefühl bereichert hat. Die Sage und zumal die historische, brachte es mit sich, daß Beschreibung bestimmter Dertlichkeiten an die Stelle allgemeiner Naturdarstellung trat. Die Schreiber der großen epischen Dichterformen, sei es Valmiki, der die Thaten Rama's besingt, seien es die Verfasser des Mahabharata, welche die Tradition unter dem Gesammtnamen Bhasa zusammenfaßt, alle zeigen sich beim Erzählen wie vom Naturgefühl überwältigt. Die Thaten Rama's von Ayodhya nach der Residenzstadt Dschanaka's, sein Leben im Walde, sein Aufbruch nach Lanka (Ceylon), wo der wilde Ravana, der Räuber seiner Gattin Sita, haust, bieten, wie das Einfließen der Pantheisten, dem begeisterten Dichter Gelegenheit dar, dem ursprünglichen Triebe des menschlichen Gemüthes zu folgen und an die Erzählung der Heldenthaten Bilder einer reichen Natur zu knüpfen (Ramayana ed. Schlegel lib. I cap. 26 v. 13—15, lib. II cap. 56 v. 6—11; vergl. Malus ed. Bopp 1832 Ges. XII v. 1—10). Ein anderer Punkt, in welchem sich in Hinsicht auf das Naturgefühl diese zweite Epoche von der der Vedas unterscheidet, betrifft den reicheren Inhalt der Poesie selbst. Dieser ist nicht mehr, wie dort, die Erscheinung der himmlischen Mächte; er umfaßt vielmehr die ganze Natur, den Himmelsraum und die Erde,

die Welt der Pflanzen und Thiere in ihrer üppigen Fülle und in ihrem Einfluß auf das Gemüth des Menschen. — In der dritten Epoche der poetischen Literatur Indiens (wenn wir die Puranen ausnehmen, welche die Aufgabe haben, das religiöse Element im Geiste der Secten fortzubilden) übt die Natur die alleinige Herrschaft, aber der beschreibende Theil der Dichtkunst ist auf eine gelehrtere und örtliche Beobachtung gegründet. Um einige der großen Gedichte zu nennen, welche zu dieser Epoche gehören, erwähnen wir hier des Bhaktikavya, d. i. des Gedichts von Bhakti, das gleich dem Ramayana die Thaten des Rama zum Gegenstande hat und in welchem erhabene Schilderungen des Waldelebens während einer Verbannung, des Meeres und seiner lieblichen Gestade, wie des Morgenaufbruchs in Lanka auf einander folgen (Bhaktikavya ed. Calc. P. I. Ges. VII p. 432, Ges. X p. 715, Ges. XI p. 814; vergl. auch Schütz, Prof. zu Bielefeld, fünf Gesänge des Bhakti-Kavya 1837 S. 1—18); des Sijupalababha von Magha mit einer anmuthigen Beschreibung der Tageszeiten; des Raikshadatscharita von Sri Parsada, wo aber in der Geschichte des Nalus und der Ramayanti der Ausdruck des Naturgefühls in das Maßlose übergeht. Mit diesem Maßlosen contrastirt die edle Einfachheit des Ramayana, wenn z. B. Vidusamitra seinen Jüngling an die Ufer des Sona führt (Sijupalababha ed. Calc. p. 298 und 372, vergl. Schütz a. a. D. S. 25—28; Raikshadatscharita ed. Calc. P. I. v. 77—129; Ramayana ed. Schlegel lib. I cap. 35 v. 15—18). Kalidasa, der gefeierte Dichter der Sakuntala, ist Meister in der Darstellung des Einflusses, welchen die Natur auf das Gemüth der Liebenden ausübt. Die Waldscene, die er in dem Drama Vikrama und Urvasi geschaffen, gehört zu den schönsten dichterischen Erzeugnissen, welche je eine Zeit hervorgebracht (Vikramorvasi ed. Calc. 1830 p. 71; Uebersetzung von Wilson's select specimens of the Theatre of the Hindus Calc. 1827 Vol. II. p. 63). In dem Gedichte der Jahreszeiten, besonders der Regenzeit und des Frühlings (Ritusamhara ed. Bohnen 1840 p. 11—18 und 37—45, Uebersetzung von Bohnen S. 80—88 und S. 107—114), wie in dem Wolfenboten (alles Schöpfungen des Kalidasa) ist der Einfluß der Natur auf die Gefühle des Menschen wieder der Hauptgegenstand der Composition. Der Wolfenbote (Meghaduta), den Wilson und Gildemeister ebirt, auch Wilson und Chézy übersezt haben, schildert die Trauer eines Verbannten auf dem Berge Ramagiri. In der Sehnsucht nach der Geliebten, von welcher er getrennt ist, blickt er eine vorüberziehende Wolke, die möge Nachricht von seinem Schmerze geben. Er bezeichnet der Wolke den Weg, den sie nehmen soll, und schildert die Landschaft, wie sie sich in einem tief aufgeregten Gemüthe abspiegelt. Unter den Schätzen, welche die indische Poesie in dieser dritten Periode dem Naturgefühl des Volkes verbannt, gebührt dem Gitagovinda des Dshayadeva (Nüder in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. 1837 S. 129—173; Gitagovinda Jayadeva's poetae indicii drama lyricum ed. Chr. Lassen 1836) die rühmlichste Erwähnung. Wir besitzen von diesem Gedichte, einem der anmuthigsten und schwierigsten der ganzen Literatur, Rüdert's meisterhafte rhythmische Uebersetzung; es giebt dieselbe mit bewundernswürdiger Treue den Geist des Originals und eine Naturauffassung wieder, deren Innigkeit alle Theile der großen Composition belebt.

wieder eine National-Literatur unter den Samaniden, Gazneviden und Seltschuken. Der Flor der Poesie von Firdusi bis Hafiz und Tschami dauerte kaum vier- bis fünfhundert Jahre; er reicht fast nur bis zur Schiffahrt von Vasco de Gama. Wenn wir dem Naturgefühl bei Indern und Persern nachspüren, so dürfen wir nicht vergessen, daß beide Völker, nach dem Maas ihrer Bildung betrachtet, gleichmäßig durch Zeit und Raum von einander getrennt erscheinen. Die persische Literatur gehört dem Mittelalter, die große indische im eigentlichen Sinne dem Alterthume zu. Die Natur im iranischen Hochlande hat nicht die Ueppigkeit der Baum-Vegetation, die wundersame Mannigfaltigkeit von Gestalt und Farbe der Gewächse, welche den Boden von Hindustan schmücken. Die Bindhya-Kette, lange die Grenzscheide der ost-arischen Völker, fällt noch in die Tropenzone, während ganz Persien jenseits des Wendekreises liegt, ja die persische Dichtung theilweise sogar dem nördlichen Boden von Balth und Fergana zugehört. Die von den persischen Dichtern gefeierten vier Paradiese *) waren das anmuthige Thal von Sohd bei Samarkand, Maschanrud bei Hamadan, Scha'abi Bowan bei Kal'eh Sofid in Fars, und Ghute, die Ebene von Damascus. Beiden, Iran und Turan, fehlt indeß die Waldnatur und mit ihr das Einsiedlerleben des Waldes, welche beide so mächtig auf die Einbildungskraft der indischen Dichter gewirkt haben. Gärten, durch springende Wasser erfrischt, mit Rosengebüsch und Fruchtbäumen gefüllt, ersetzen nicht die wilden, großartigen Naturscenen von Hindustan. Kein Wunder daher, daß die beschreibende Poesie minder lebensfrisch, oft nüchtern und von gekünstelter Zierlichkeit ist. Wenn nach dem Sinne der Eingebornen das höchste Lob dem gezollt wird, was wir durch die Worte Geist und Witz bezeichnen, so muß die Bewunderung sich auf die Fruchtbarkeit der persischen Dichter, auf die unabsehbare Mannigfaltigkeit der Formen †) beschränken, unter welchen sie denselben Stoff zu behandeln wissen; Tiefe und Innigkeit der Gefühle werden vermißt.

Auch die Schilderung der Landschaft unterbricht nur selten die Erzählung in dem National-Epos oder geschichtlichen Heldenbuche des Firdusi. Besonders anmuthig und von localer Wahrheit, die Milde des Klima's und Kraft der Vegetation beschreibend, scheint mir das Lob des Küstenlandes Mazendera im Munde eines wandernden Sängers. Der König Kei Kawus wird durch dies Lob zu einem Zuge nach dem caspischen Meere und zu einer neuen Eroberung angereizt ‡). Die Frühlingsgedichte von Enweri, Tschelaleddin Rumi, Abhad und des halbindischen Feisi (der zweite gilt für den größten mystischen Dichter des Orients) athmen ein frisches Leben, da wo der kleinliche Drang nach spielenden Gleichnissen den Genuß nicht unbehaglich stört §). Sadi im Bostan und Gulistan (Frucht- und Rosengarten), Hafiz, dessen fröhliche Lebensphilosophie man mit der des Horaz verglichen hat, bezeichnen, wie Joseph von Hammer in seinem großen Werke über die Geschichte der persischen Dichtung sich ausdrückt, der erste ein Zeitalter der Sittenlehre, der zweite als Minnesänger den höchsten Schwung der Lyrik; aber Schwulst und Ziererei verunstalten oft die Schilderung der Natur ¶). Der Lieblingsgegenstand der persischen Dichtung, „die Liebe der Nachtigall und der Rose,“ kehrt immer ermüdend wieder, und in den conventionellen Künsteleien der Blumen-sprache erstirbt im Morgenlande das innere Naturgefühl.

*) Journ. of the Royal. Geogr. Soc. of London Vol. X. 1841 p. 2—3; Rüfieri, Makamen Farisi's S. 261.

†) Goethe im Commentar zum west-östlichen Divan, in seinen Werken Bd. VI. 1828 S. 73, 78 und 111.

‡) Le Livre des Rois publié par Jules Mohl T. I. 1838 p. 487.

§) Veral. in Jos. von Hammer, Gesch. der schönen Redekünste Persiens 1818: S. 96 Ewbad ed in Enweri aus dem 12ten Jahrhundert, in dessen Gedichte an Scheschai man eine denkwürdige Anspielung auf die gegenseitige Attraction der Himmelskörper entdeckt hat; S. 183 Dschelaleddin Rumi den My-

stiker; S. 259 Dschelaleddin Abhad und S. 403 Feisi, welcher als Verteidiger der Brahma-Religion an Akbar's Hofe auftrat und in dessen Ghafelen eine indische Zartheit der Gefühle wehen soll.

¶) „Die Nacht bricht ein, wenn die Tintenflasche des Himmels umgestürzt ist;“ dichtet geschmacklos Ebnodschab Abdullab Wassaf, der aber das Verdienst hat, die große Sternwarte von Meragha mit ihrem hohen Ghomon zuerst beschrieben zu haben. Sijlali aus Herabad läßt „die Mondscheibe vor Hitze glühen“ und hält so den Thau für „den Schweiß des Mondes“ (Jos. von Hammer S. 247 und 371).

Wenn wir von dem iranischen Hochlande durch Turan (im Zend Túrja*) nordwärts in die Europa und Asien scheidende Uralkette übergehn, so gelangen wir zu dem Urstamme des finnischen Stammes; denn der Ural ist ein alt-finnisches, wie der Altai ein alt-türkisches Land. Bei den finnischen Stämmen nun, die sich weit in Westen auf europäischen Boden in der Niederung angesiedelt, hat aus dem Munde der Karelier und der Landleute von Olonez Elias Lönnrot eine große Zahl finnischer Lieder gesammelt, in denen nach dem Ausdruck von Jacob Grimm†) „ein reges sinniges Naturgefühl waltet, wie es fast nur in indischen Dichtungen angetroffen wird.“ Ein altes Epos von fast dreitausend Versen dreht sich um den Kampf zwischen Finnen und Lappen und um die Schicksale eines göttlichen Helden, der Väino genannt wird. Es enthält das Epos eine anmuthvolle Beschreibung des finnischen Landlebens, besonders da, wo die Frau des Eisen Schmieds Ilmarinen ihre Heerden in die Wälder sendet und Gebete zum Schutze der Thiere spricht. Wenige Völkerstämme bieten in ihrer Geistesbildung und in der Richtung ihrer Gefühle, wie sie durch entartende Knechtschaft, oder kriegerische Wildheit, oder ausdauerndes Streben nach politischer Freiheit bestimmt worden ist, mannigfaltigere und wunderksamere Abstufungen dar als der finnische Stamm in seinen sprachverwandten Unterabtheilungen. Wir erinnern an jene, jetzt so friedlichen Landleute, bei denen das Epos aufgefunden worden, an die lange mit Mongelen verwechselten weltstürmenden Hunnen, und an ein großes und edles Volk, die Magyaren.

Bei der Betrachtung dessen, was in der Lebendigkeit des Naturgefühls und der Form seiner Aeußerungen von der Verschiedenheit der Racen, von dem eigenthümlichen Einflusse der Gestaltung des Bodens, von der Staatsverfassung und der religiösen Stimmung abzuhängen scheint, bleibt uns übrig einen Blick auf die Völker Asiens zu werfen, welche mit den arischen oder indogermanischen Stämmen, den Indern und Persern, am meisten contrastiren. Die semitischen oder aramäischen Nationen zeigen uns in den ältesten und ehrwürdigsten Denkmälern ihrer dichterischen Gemüthsart und schaffenden Phantasie Beweise eines tiefen Naturgefühls. Der Ausdruck desselben offenbart sich großartig und belebend in Hirtensagen, in Tempel- und Chorgehängen, in dem Glanz der lyrischen Poesie unter David, in der Seher- und Prophetenschule, deren hohe Begeisterung, der Vergangenheit fast entfremdet, abnungsvoll auf die Zukunft gerichtet ist.

Die hebräische Dichtungswiese bietet den Bewohnern des Abendlandes bei ihrer inneren, erhabnen Größe noch den besonderen Reiz, daß sie mit den localen Glaubens-Erinnerungen der Anhänger von drei weitverbreiteten Religionen, der mosaïschen, christlichen und mohammedanischen, vielfach verwebt ist. Durch Missionen, welche der Handelsgeist und die Eroberungssucht schiffahrender Nationen begünstigen, sind geographische Namen und Natur Schilderungen des Morgenlandes, wie sie die Schriften des alten Bundes uns aufbewahrt, tief in die Wälder der Neuen Welt und in die Inseln der Südsee eingedrungen.

Es ist ein charakteristisches Kennzeichen der Naturpoesie der Hebräer, daß, als Reflex des Monotheismus, sie stets das Ganze des Weltalls in seiner Einheit umfaßt, sowohl das Erdenleben als die leuchtenden Himmelsräume. Sie weilt seltener bei dem Einzelnen der Erscheinung, sondern erfreut sich der Anschauung großer Massen. Die Natur wird nicht geschildert als ein für sich Bestehendes, durch eigene Schönheit Verherrlichtes; dem hebräischen Sänger erscheint sie immer in Beziehung auf eine höher waltende geistige Macht. Die Natur ist ihm ein Geschaffenes Angeordnetes, der lebendige Ausdruck der Allgegenwart Gottes in den Werken der Sinnenwelt. Deshalb ist die lyrische Dichtung der Hebräer schon ihrem Inhalte nach großartig und von feierlichem Ernst, sie ist trübe

*) Túrja oder Turan sind Benennungen unentbehrlicher Herleitung. Doch hat Burnouf (Vajna T. I. p. 427—430) scharfsinnig an die bei Strabo (lib. XI. pag. 517 Cas.) genannte bactrische Satrapie Turiu a

oder Turiva erinnert. Du Teil und Groesfurd (letzterer Ab. II. S. 410) wollen aber Tapyria lesen.

†) Ueber ein finnisches Epos von Jacob Grimm 1845 S. 5.

und sehnfuchtsvoll, wenn sie die irdischen Zustände der Menschheit berührt. Bemerkenswerth ist auch noch, daß diese Poesie trotz ihrer Größe, selbst im Schwunge der höchsten, durch den Zauber der Musik hervorgerufenen Begeisterung fast nie maaflos wie die indische Dichtung wird. Der reinen Anschauung des Göttlichen hingegeben, sinnbildlich in der Sprache, aber klar und einfach in dem Gedanken, gefällt sie sich in Gleichnissen, die fast rhytmisch, immer dieselben wiederkehren.

Als Naturbeschreibungen sind die Schriften des alten Bundes eine treue Abspiegelung der Beschaffenheit des Landes, in welchem das Volk sich bewegte, der Abwechslung von Oede, Fruchtbarkeit und libanotischer Waldbedeckung, die der Boden von Palästina darbietet. Sie schildern die Verhältnisse des Klima's in geregelter Zeitfolge, die Sitten der Hirtenvölker und deren angestammte Abneigung gegen den Feldbau. Die epischen oder historischen Darstellungen sind von naiver Einfachheit, fast noch schmudloser als Herodot, naturwahr, wie, bei so geringer Umwandlung der Sitten und aller Verhältnisse des Nomadenlebens, die neueren Reisenden einstimmig es bezeugen. Geschmücker aber und ein reiches Naturleben entfaltend ist die Lyrik der Hebräer. Man möchte sagen, daß in dem einzigen 104ten Psalm das Bild des ganzen Kosmos dargelegt ist: „Der Herr, mit Licht umhüllt, hat den Himmel wie einen Teppich ausgespannt. Er hat den Erdball auf sich selbst gegründet, daß er in Ewigkeit nicht wankte. Die Gewässer quellen von den Bergen herab in die Thäler, zu den Orten, die ihnen beschieden: daß sie nie überschreiten die ihnen gesetzten Grenzen, aber tränken alles Wild des Feldes. Der Küste Vögel singen unter dem Laube hervor. Saftvoll stehen des Ewigen Bäume, Libanons Cedern, die der Herr selbst gepflanzt, daß sich das Federwild dort niste, und auf Tannen sein Gehäus der Habicht baue.“ Es wird beschrieben, „das Weltmeer, in dem es wimmelt von Leben ohne Zahl. Da wandeln die Schiffe, und es regt sich das Ungeheuer, das Du schufest darin zu scherzen.“ Es wird „die Saat der Felder, durch Menschenarbeit bestellt, der fröhliche Weinbau und die Pflege der Delgärten“ geschildert. Die Himmelskörper geben diesem Naturbilde seine Vollenbung. „Der Herr schuf den Mond die Zeiten einzutheilen, die Sonne, die das Ziel kennt ihrer Bahn. Es wird Nacht, da schwärmt Gewild umher. Nach Raube brüllen junge Löwen und verlangen Speise von Gott. Erscheint die Sonne, so heben sie sich davon und lagern sich in ihre Höhlen: dann geht der Mensch zu seiner Arbeit, zu seinem Tagewerk bis Abend.“ Man erstaunt, in einer lyrischen Dichtung von so geringem Umfange, mit wenigen großen Zügen, das Universum, Himmel und Erde geschildert zu sehen. Dem bewegten Elementarleben, der Natur ist vier des Menschen stilles, mühevollcs Treiben vom Aufgang der Sonne bis zum Schluß des Tagewerks am Abend entgegengestellt. Dieser Contrast, diese Allgemeinheit der Auffassung in der Wechselwirkung der Erscheinungen, dieser Rückblick auf die allgegenwärtige unsichtbare Macht, welche „die Erde verjüngern“ oder in Staub zertrümmern kann, begründen das Feierliche einer minder lebenswarmen und gemüthlichen als erhaben poetischen Dichtung.

Ähnliche Ansichten des Kosmos kehren mehrmals *) wieder (Psalm 65, 7—14 und 74, 15—17), am vollendetsten vielleicht in dem 37ten Capitel des alten, wenn auch nicht vromosaischen Buches Hiob. Die meteorologischen Proceffe, welche in der Wolkendecke vorgehen, die Formbildung und Auflösung der Dünste bei verschiedener Windrichtung, ihr Farbenpiel, die Erzeugung des Hagels und des rollenden Donners werden mit individueller Anschaulichkeit beschrieben; auch viele Fragen vorgelegt, die unsre heutige Physik in wissenschaftlicheren Ausdrücken zu formuliren, aber nicht befriedigend zu lösen vermag. Das

*) Ich bin in den Psalmen der trefflichen Uebersetzung von Moses Mendelssohn (s. dessen gesammelte Schriften Ab. VI. S. 229, 238 und 280) gefolgt. Edele Nachklänge der alt-hebräischen Poesie finden sich noch im eilften Jahrhundert in den Hymnen des spanischen Synagogen-Dichters Salomón Jerebá. Gábiról, die eine dichterische Umschreibung des pseudo- aristotelischen Buches von der Welt darbieten. S. Michael Sachs, die religiöse Poesie der Juden in Spanien 1845 S. 7, 217 und 229. Auch die dem Naturleben entnommenen Züge in Moses ben Jafob ben Esra sind voll Kraft und Größe (S. 69, 77 und 285).

Buch Hiob wird allgemein für die vollendetste Dichtung gehalten, welche die hebräische Poesie hervorgebracht hat. Es ist so malerisch in der Darstellung einzelner Erscheinungen als kunstreich in der Anlage der ganzen didactischen Composition. In allen modernen Sprachen, in welchen das Buch Hiob übertragen worden ist, lassen seine Naturbilder des Orients einen tiefen Eindruck. „Der Herr wandelt auf des Meeres Höhen, auf dem Rücken der vom Sturm aufgetürmten Wellen. — Die Morgenröthe erfaßt der Erde Saumen und gestaltet mannigfaltig die Vulkane, wie des Menschen Hand den bildsamen Thon.“ — Es werden die Sitten der Thiere geschildert, des Waldes, des Adlers und des Straußen. — Wir sehen „den reinen Aether in der Schwüle des Südwindes wie einen gegossenen Spiegel über die düsternde Wüste hingebettet.“*) Wo die Natur karglich ihre Gaben spendet, schärft sie den Sinn des Menschen, daß er auf jeden Wechsel im bewegten Luftkreise wie in den Vulkanschichten lauscht, daß er in der Einsamkeit der starren Wüste wie in der des wellenschlagenden Oceans jeden Wechsel der Erscheinungen bis zu seinen Vorboten nachspürt. Das Klima ist besonders in dem dürr und felsigen Theile von Palästina geeignet solche Beobachtungen anzuregen. Auch an Mannigfaltigkeit der Form fehlt es der dichterischen Literatur der Hebräer nicht. Während von Jesua bis Samuel die Poesie eine kriegerische Begeisterung athmet, bietet das kleine Buch der ährenlesenden Ruth ein Naturgemälde dar von der naivsten Einfachheit und von unaussprechlichem Reize. (Goethe †) in der Epoche seines Enthusiasmus für das Morgenland nennt es „das lieblichste, das uns episch und idyllisch überliefert worden ist.“

Selbst in den neueren Zeiten, in den ersten Denkmalen der Literatur der Araber, bemerkt man einen schwachen Abganz der großartigen Naturanschauung, welche dem semitischen Stamme so früh eigenthümlich war. Ich erinnere an die malerische Schilderung des beduinischen Wüstenlebens, die der Grammatiker Aemai an den großen Namen Antars geknüpft und mit anderen vermohammedanischen Sagen ritterlicher Thaten zu einem großen Werke verschmelzen hat. Die Hauptperson dieser romantischen Novelle ist derselbe Antar aus dem Stamme Abs, Sohn des fürstlichen Häuptlings Scheddab und einer schwarzen Sklavin, dessen Verse unter den in der Kaaba aufgehängenen Preisgedichten (moallakât) bewahrt werden. Der gelehrte englische Uebersetzer Terrik Hamilton hat selbst schon auf die biblischen Anklänge des Stils im Antar aufmerksam gemacht†). Den Sohn der Wüste läßt Aemai nach Constantinopel reisen, wodurch ein malerischer Gegensatz von griechischer Cultur und nomadischer Rohheit herbeigeführt wird. Daß in der frühesten arabischen Dichtung die Naturschilderung des Bodens nur einen sehr geringen Raum einnimmt, darf nach der Bemerkung eines berühmten Kenners dieses Zweiges der Literatur, meines Freundes Freytag zu Bonn, um so weniger Wunder nehmen, als die Hauptgegenstände der Dichtung Erzählungen von Waffenthaten, Lob der Gastfreundschaft und der Liebestreue sind, als fast kein einziger der Sänger aus dem glücklichen Arabien stammte. Eine traurige Einförmigkeit von Grassuren und staubbedeckte Einden konnten nur in eigenthümlichen selteneren Stimmungen das Naturgefühl beleben.

Wo dem Boden der Schmuck der Wälder fehlt, beschäftigen, wie wir bereits früher be-

*) Die Stellen aus dem Buche Hiob habe ich der Uebersetzung und Auslegung von U m b r e i t (1824) S. XXIX—XLII und 290—314 entlehnt. (Vergl. über das Ganze Gesenius Geschichte der hebr. Sprache und Schrift S. 33 und Jobi antiquissimi carminis hebr. natura atque virtutes ed. J l a g e n p. 28.) Die längste und am meisten charakteristische Thierbeschreibung im Hiob (XL v. 25—XLI v. 26) ist die des Crocodils; und doch ist gerade in dieser (Umkreis S. XLI und 308) einer der Beweise enthalten, daß der Verfasser des Buchs Hiob aus Palästina selbst gebürtig war. Da Nilpferde und Crocodile ehemals im ganzen Nil-Delta

gefunden wurden, so darf man sich nicht wundern, daß die Kenntniß von so seltsam gestalteten Thieren sich bis in das nahe Palästina verbreitet hatte.

†) Goethe im Commentar zum west-östlichen Divan S. 8.

‡) Antar, a bedouen Romance, transl. from the arabic by Terrik Hamilton Vol. I. p. XXVI; Hammer in den Wiener Jahrbüchern der Literatur Bd. VI. 1819 S. 229; Rosenmüller in den Charakteren der vornehmsten Dichter aller Nationen Bd. V. (1798) S. 251.

merkt, die Austerscheinungen, Sturm, Gewitter und langersehnter Regen um so mehr die Einbildungskraft. Ich erinnere vorzugsweise hier, um naturwahre Bilder dieser Art den arabischen Dichtern zu entlehnen, an Antar's Moallakat, welches die vom Regen befruchtete, vom Schwarm summender Insecten besuchte Flur beschreibt *); an die herrlichen und dazu noch örtlichen Schilderungen des Gewitters von Amr ul Kais und im 7ten Buche der berühmten Hamasa †); endlich an das Anschwellen des Euphrat, wenn der Strom Schilfmassen und Baumstämme in seinen Fluthen fortrollt, im Nabegha Dohyani ‡). Das achte Buch der Hamasa, welches „Reise und Schläfrigkeit“ überschrieben ist, mußte natürlich meine besondere Aufmerksamkeit auf sich lenken. Ich wurde bald belehrt, daß die Schläfrigkeit §) sich nur auf das erste Fragment des Buches bezieht und auch in diesem um so verzeihlicher ist, als sie einer Nachtreise auf dem Kameel zugeschrieben wird.

Ich habe in diesem Abschnitt fragmentarisch zu entwickeln gesucht, wie die Außenwelt, d. h. der Anblick der belebten und unbelebten Natur, zu verschiedenen Zeitepochen und bei verschiedenen Volkstämmen ungleichartig auf die Gedanken- und Empfindungswelt eingewirkt hat. Aus der Geschichte der Literatur wurde das ausgehoben, was die lebendige Aeußerung des Naturgefühls charakterisirt. Es kam dabei, wie in meinem ganzen Werke vom Kosmos, nicht auf Vollständigkeit, sondern nur auf Allgemeinheit der Ansicht, auf die Auswahl solcher Beispiele an, in denen sich die Eigenthümlichkeiten der Zeiten und der Menschenracen offenbaren. Ich habe die Griechen und Römer geschildert bis zu dem allmählichen Absterben der Gefühle, die dem classischen Alterthume in den Abendlanden einen unverlöschbaren Glanz gegeben; ich habe in den Schriften der christlichen Kirchenväter dem schönen Ausdruck des Naturgefühls nachgespürt, den in stiller Nüchternung das Einsiedlerleben erzeugte. Bei Betrachtung der indogermanischen Völker (ich nehme die Benennung hier in dem engeren Sinne des Wortes) sind wir übergegangen von den Dichtungen der Deutschen im Mittelalter zu denen der hochgebildeten alten Ost-Arier (Indier) und der minder begabten West-Arier, der Bewohner des alten Iran. Nach einem flüchtigen Blicke auf die celtischen (galischen) Gesänge und ein neuentdecktes finnisches Epos, habe ich das reiche Naturleben geschildert, das in einem Zweige des semitischen (aramäischen) Stammes, in den erhabenen Gedichten der Hebräer und in denen der Araber athmet. So haben wir die Erscheinungswelt abgespiegelt gesehen in der Phantasie der Völker im Norden und Südosten von Europa, in Vorderasien, in den persischen Hochebenen und dem indischen Tropenlande. Um die Natur in ihrer ganzen Größe zu umfassen, glaubte ich sie nach zweierlei Ansichten, einmal objectiv, als thatsächliche Erscheinung, und dann, in den Gefühlen der Menschheit reflectirt, darstellen zu müssen.

Nach dem Hinschwenden aramäischer, griechischer und römischer Herrlichkeit, ich könnte sagen nach dem Untergange der alten Welt, zeigt uns der große und begeisterte Schöpfer einer neuen, Dante Alighieri, von Zeit zu Zeit das tiefste Gefühl des irdischen Naturlebens. Er entzieht sich dann den Leidenschaften, wie dem Subjectiven seines weiten Idenkreises, einer abnungsschweren Mystik. Die Zeitepoche, in der er lebte, folgt unmittelbar, in welcher dießseits der Alpen der schwäbische Minnegefang, den wir oben geschildert,

*) Antara cum schol. Sunsenii ed. Menil 1816 v. 15.

†) Amrulkaisi Monilakat ed. E. W. Fenssenberg 1823; Hamasa ed. Freytag P. I. 1828 lib. VII p. 785. Vergl. auch das persische Werk: Amrulkaisi, der Dichter und König, überlegt von Fr. Rückert 1843 S. 29 und 62, wo zweimal die sublimen Regenschauer überaus naturwahr geschildert sind. Der fönikalische Dichter besuchte mehrere Jahre vor der Geburt Mohammeds den Hof des Kaisers Justinian, um Hülfe gegen seine Feinde zu erbitten. S. le Diwan d'Amrulkaisi avec une traduction par le B^{on} Mac Guekin de Slane 1837 p. 111.

‡) Nabegha Dohyani in Silvestre de Sacy, Chrestom. arabe 1806 T. III. p. 47. Vergl. über die frühesten arabischen Literatur im allgemeinen Weil, die poet. Literatur der Araber vor Mohammed 1837 S. 15 und 90, wie auch Freytag's Darstellung der arabischen Dichtung 1820 S. 372–392. Eine herrliche und vollständige Uebersetzung der arabischen Naturpoesie aus der Hamasa haben wir von unserem großen Dichter Friedrich Rückert bald zu erwarten.

§) Hamasno carmina ed. Freytag P. I 1828 p. 788. Es ist hier vollendet, heißt es ausdrücklich p. 796, „das Capitel der Reise und der Schläfrigkeit.“

zu verfallen anfing. Unnachahmlich malt Dante am Ende des ersten Gesanges des Purgatorio *) den Morgenluft und das zitternde Licht des sanft bewegten fernen Meerespiegels (il tremolar de la marina); im fünften Gesange den Vulkanbruch und das Aufschwellen der Flüsse, wobei nach der Schlacht von Campoldino der Leichnam des Buonconte da Montefeltro in den Arno versank †). Der Eingang in den dichten Hain des irdischen Paradieses erinnert den Dichter an den Pinenwald bei Ravenna, „la pineta in sul lito di Chiassi“ ‡), wo in den Wipfeln der Frühgesang der Vögel erschallt. Mit der örtlichen Wahrheit dieses Naturbildes contrastirt im himmlischen Paradiese der Lichtstrom, aus welchem Funken ||) sprühen, „die sich in die Blumen des Ufers senken, aber wie von Düften berauscht zurücktauchen in den Strom, während andere sich erheben.“ Man möchte glauben, einer solchen Action liege die Erinnerung an den eigenthümlichen und seltneren Zustand der Phosphorescenz des Oceans zum Grunde, wo leuchtende Punkte beim Zusammen schlagen der Wellen sich über der Oberfläche zu erheben scheinen und die ganze flüssige Ebene ein bewegtes Sternenmeer bildet. Die außerordentliche Concision des Styls vermehrt in der Divina Commedia den Ernst und die Tiefe des Eindrucks.

Um noch auf italiänischem Boden zu verweilen, aber dem frostigen Schäferromane fremd zu bleiben, nenne ich hier, nach dem Dante: Petrarca's Trauersonett, den Eindruck schildernd, welchen das anmuthige Thal von Baucuse ihm ohne Laura, seit ihrem Hinsterben, gemacht; die kleineren Dichtungen des Bojardo, des Freundes des Hercules von Este; und die späteren Stanzas der Vittoria Colonna ¶).

Als nun die classische Literatur allgemainer wieder aufblühte durch den plötzlichen Verkehr mit dem politisch tief gesunkenen Griechenland, finden wir unter den Prosaktern das erste Beispiel reizender Naturbeschreibungen, bei dem kunstliebenden Cardinal Bembo, Raphaels Rathgeber und Freunde. Seine kleine Jugendschrift Aetna dialogus giebt uns ein lebendiges Bild der geographischen Vertheilung der Gewächse an dem Abhange des Gebirges, von Siciliens feuchtreichen Fluren bis zu dem schneebedeckten Rande des Kraters. Das vollendete Werk des reiferen Alters, die Historiae Venetae, charakterisiren auf eine noch mehr malerische Weise das Klima und die Vegetationen des Neuen Continents.

Alles war damals dazu geeignet den Geist gleichzeitig mit den großen Bildern des plötzlich erweiterten Welttraums und der Erhöhung menschlicher Kräfte zu erfüllen. Wie, in dem Alterthume, der macedonische Zug nach dem Paropamisus und den walddreichen Fluß-

*) Dante, Purgatorio canto I v. 115:

L'alba vinceva l'ora mattutina,
Che fuggia innanzi, sì che di lontano
Conobbi il tremolar della marina . . .

†) Purg. canto V v. 109—127:

Ben sai come nell' aer si raccoglie
Quell' umido vapor, che in acqua riede,
Tosto che sale, dov'è freddo il coglio . . .

‡) Purg. canto XXVIII v. 1—24.

||) Parad. canto XXX v. 61—69:

E vidi lume in forma di riviera
Fulvido di fulgore intra duo rive,
Dipinto di mirabil primavera.
Di tal fumana uscian faville vive,
E d'ogni parte si mettean ne' fiori,
Quasi rubin, che oro circonscrive,
Poi, come inebriate dagli odori,
Ripprofondavan se nel miro gurge,
E s'una entrava, un' altra n'ascia fuori.

Vergl. die Uebersetzung des als Dichter und Maler vielbegabten August Kopisch 1842 S. 399—401. Ich habe nichts aus den Canzonen der Vita nuova entlehnt, weil die Gleichnisse und Bilder, die sie enthalten, nicht in den reinen Naturkreis irdischer Eindrücke gehören.

¶) Ich erinnere an das Sonett des Bojardo: Ombrosa selva, che il mio duolo ascolti . . . und an die

herrlichen Stanzas der Vittoria Colonna, welche anheben:

Quando miro la terra ornata e bella,
Di mille vaghi ed odorati fiori . . .

Eine schöne und sehr individuelle Naturbeschreibung des Landschafts des Fracastoro am Hügel von Incassi (Mons Capinus) bei Verona giebt dieser als Arzt, Mathematiker und Dichter ausgezeichnete Mann in seinem „Naugerius de poetica dialogus“. (Hieron. Fracastorii Opp. 1591 P. I. p. 321—326.) Vergl. auch in einem seiner Febrgedichte lib. II v. 208—219 (Opp. p. 636) die anmuthige Stelle über die Cultur des Citrus in Italien. Mit Verwunderung vermisse ich dagegen allen Ausdruck von Naturgefühl in den Briefen des Petrarca: sei es, daß er 1345, also drei Jahre vor dem Tode der Laura, von Baucuse aus den Mont Ventour zu bestiegen versucht und sehnsuchtsvoll blickt, in sein Vaterland hinüberzublicken, oder daß er die Rheinfur bis Köln, oder den Golf von Bajä besucht. Er lebte mehr in den classischen Erinnerungen an Cicero und die römischen Dichter oder in den begeisterten Anregungen seiner aszetischen Schwermuth, als in der ihn umgebenden Natur (s. Petrarchae Epist. de Robus familiaribus lib. IV, 1; V. 3 und 4: pag. 119, 156 und 161 ed. Lugdun. 1601). Nur die Beschreibung eines großen Sturmes, den Petrarca in Neapel 1343 beobachtete (lib. V, 5 p. 165), ist überaus malerisch.

thälern von Vorderindien, durch den Anblick einer reich geschmückten erotischen Natur, Eindrücke zurückließ, deren Lebendigkeit sich nach Jahrhunderten noch, in den Werken hochbegabter Schriftsteller, offenbart; so wirkte zum zweiten Male, und selbst in einem höheren Maassstabe als die Kreuzzüge, auf die westlichen Völker die Entdeckung von Amerika. Die Tropenwelt mit der ganzen Ueppigkeit ihrer Vegetation in der Ebene, mit allen Abstufungen des Organismus am Abhange der Cordilleren, mit allen Anklängen nördlicher Klimate in den bewohnten Hochebenen von Mexico, Neu-Granada und Quito wurde nun zuerst den Europäern eröffnet. Die Phantasie, ohne deren Anregung kein wahrhaft großes Werk der Menschheit gedeihen kann, gab den Naturschilderungen von Columbus und Vespucci einen eigenthümlichen Reiz. Den letzteren charakterisirt in der Beschreibung der brasilianischen Küste eine genaue Bekanntschaft mit den Dichtern alter und neuer Zeit; jenen in der Beschreibung des milden Himmels von Paria und der (wie er wähnt) dem östlichen Paradiese entströmenden Wassermenge des Orinoco eine ernste religiöse Stimmung. Bei zunehmendem Alter, beim Ankämpfen gegen ungerechte Verfolgung ging diese Stimmung in Trübsinn und schwärmerische Begeisterung über.

In den heroischen Zeiten der portugiesischen und castilianischen Volksstämme führte nicht Goldgier allein (wie man aus Unkunde des damaligen Volkslebens behauptet), sondern allgemeine Aufregung zu den Wagnissen ferner Reisen. Die Namen Haiti, Cubagua und Darien wirkten, im Anfang des sechzehnten Jahrhunderts, auf die Einbildungskraft der Menschen wie in den neueren Zeiten die, seit Anson und Cook gefeierten Namen von Tinian und Otaheiti. Wenn damals die Kunde weit entlegener Länder die Jugend aus der spanischen Halbinsel, aus Flandern, Mailand und Süddeutschland unter die siegreichen Fahnen des großen Kaisers auf den Rücken der Andeskette oder in die heißen Fluren von Uraba und Coro lockte, so gewann unter dem milden Einflusse späterer Gesittung, bei gleichmäßigerer Eröffnung aller Theile des Erdraums, jenes unruhige Sehnen nach der Ferne andere Motive und eine andere Richtung. Leidenschaftliche Liebe zum Naturstudium, welche hauptsächlich vom Norden ausging, entflamnte die Gemüther. Intellektuelle Größe der Ansichten wurde der materiellen Erweiterung des Wissens beigesellt, und die dichterisch sentimentale Stimmung des Zeitalters individualisirte sich, seit dem Ende des verfloffenen Jahrhunderts, in literarischen Werken, deren Formen der Vorzeit unbekannt waren.

Werfen wir noch einmal den Blick zurück in die Zeit der großen Entdeckungen, welche jene moderne Stimmung vorbereiteten, so müssen wir vor allem der Naturschilderungen gedenken, die wir von Columbus selbst besitzen. Erst seit kurzem kennen wir sein eigenes Schiffsjournal, seine Briefe an den Schatzmeister Sanchez, an die Amme des Infanten Don Juan, Frau Juana de la Torre, und an die Königin Isabella. Ich habe schon an einem anderen Orte, in den kritischen Untersuchungen über die Geschichte der Geographie des 15ten und 16ten Jahrhunderts*), zu zeigen gesucht, mit welchem tiefen Naturgefühl der große Entdecker begabt war, wie er das Erdenleben und den neuen Himmel, die sich seinem Blicke offenbarten (*viage nuevo al nuevo cielo i mundo que fasta entonces estaba en oeculto*), mit einer Schönheit und Einfachheit des Ausdrucks beschrieb, die nur diejenigen ganz zu schätzen vermögen, welche mit der alten Kraft der Sprache jener Zeit vertraut sind.

Die physiognomische Gestaltung der Pflanzen, das undurchdringliche Dickicht der Wälder, „in denen man kaum unterscheiden kann, welche Blüthen und Blätter jedem Stamme zugehören,“ die wilde Ueppigkeit des krautbedeckten Bodens der feuchten Ufer, die rosenfarbigen Flamingos, welche fischend schon am frühen Morgen die Mündung der Flüsse beleben, beschäftigen den alten Seemann, als er längs den Küsten von Cuba, zwischen den kleinen

*) Humboldt, *Examen critique de l'Histoire de la Géographie du Nouveau Continent* T. III p. 227–248.

Lucayischen Inseln und den, auch von mir besuchten Jardínillos hinfuhr. Jedes neu entdeckte Land scheint ihm noch schöner als das früher beschriebene; er beklagt, nicht Worte zu finden, um die süßen Eindrücke wiederzugeben, die er empfangen. Mit der Kräuterkunde völlig unbekannt, wenn gleich durch Einfluß arabischer und jüdischer Aerzte sich damals schon einige oberflächliche Kenntniß der Gewächse in Spanien verbreitet hatte, treibt das einfache Naturgefühl den Entdecker an, alles fremdartige einzeln aufzufassen. Er unterscheidet in Cuba schon sieben oder acht verschiedene Palmenarten, die schöner und höher als die Dattelpalme sind (*variedades de palmas superiores a las nuestras en su belloza y altura*), er meldet seinem geistreichen Freunde Anghiera, daß er in derselben Ebene Tannen und Palmen zusammengruppiert, *palmeta* und *pineta* wundervoll gemengt gesehen; er betrachtet die Vegetation mit solchem Scharfblick, daß er zuerst bemerkt, es gebe im Cibao auf den Bergen Pinien, deren Früchte nicht Tannenzapfen sind, sondern Beeren wie die Oliven des Axarato de Sevilla. Columbus hat also schon, wie ich bereits oben *) erinnert, das Geschlecht *Podocarpus* von der Familie der Abietineen getrennt.

„Die Anmuth dieses neuen Landes,“ sagt der Entdecker, „steht hoch über der der *campina* de Cordoba. Alle Bäume glänzen von immer grünem Laube und sind ewig mit Früchten beladen. Auf dem Boden stehen die Kräuter hoch und blühend. Die Lüfte sind lau wie im April in Castilien; es singt die Nachtigall süßer, als man es beschreiben kann. Bei Nacht singen wieder süß andere, kleinere Vögel; auch höre ich unseren Grashüpfer und die Frösche. Einmal kam ich in eine tiefe eingeschlossene Hasenbucht und sah, was kein Auge gesehen: hohes Gebirge, von dem lieblich die Wasser (*lindas aguas*) herabströmen. Das Gebirge war bedeckt mit Tannen und anderen vielfach gestalteten, mit schönen Blüten geschmückten Bäumen. Den Strom hinaufsteuernd, der in die Bucht mündete, war ich erstaunt über die kühlen Schatten, die kristallklaren Wasser und die Zahl der Singvögel. Es war mir als möchte ich so einen Ort nie verlassen, als könnten tausend Zungen dies alles nicht wiedergeben, als weigere sich die verzauberte Hand es niederzuschreiben (*para hacer relaciones a los Reyes de las cosas que vian no bastarán mil lenguas a referillo, ni la mano para lo escribir, que le parecia questaba encantado*).“ †)

Wir lernen hier aus dem Tagebuche eines literarisch ganz ungebildeten Seemannes, welche Macht die Schönheit der Natur in ihrer individuellen Gestaltung auf ein empfängliches Gemüth auszuüben vermag. Gefühle veredeln die Sprache: denn die Prosa des Admirals ist, besonders da wo er, bereits 67 Jahre alt, auf der vierten Reise seinen großartigen Wundertraum ‡) an der Küste von Veragua erzählt, wenn auch nicht berebter, doch anregender als der allegorische Schäferroman des Boccaccio und die zwei Arcadien von Sannazaro und Sidney, als Garcilasso's *Salicio y Nemoroso* oder die *Diana* des Jorge de Montemayor. Das elegisch idyllische Element war leider! nur zu lange vorherrschend in der italienischen und in der spanischen Literatur. Es bedurfte des lebensfrischen Bildes, in dem Cervantes die Abenteuer des Ritters aus der Mancha darstellte, um die *Galatea* desselben Schriftstellers zu verdunkeln. Der Hirtenroman, so sehr ihn auch bei den eben genannten großen Dichtern Schönheit der Sprache und Zartheit der Empfindungen veredelten, bleibt seiner Natur nach, wie die allegorischen Verstandeskünsteleien des Mittelalters, frostig und ermüdend. Individualität des Beobachteten führt allein zur Naturwahrheit in der Darstellung; auch hat man in den herrlichsten beschreibenden Stanzas ||) des befreiten Jerusalem Eindrücke von der malerischen Umgebung des Dichters, Erinnerungen an die anmuthige Landschaft von Sorrent zu erkennen geglaubt.

*) S. oben *Rosmos* Buch I. S. 148.

†) Tagebuch des Columbus auf der ersten Reise (29. Dec. 1492, 25—29. Dec., 7—16. Dec., 21. Dec.), auch sein Brief an Donna Maria de Guzman, ama del Principe. D. Juan, Dec. 1500; in Navarrete, *Colec-*

cion de los Viajes que hicieron por mar los Españoles T. I. p. 43, 65—72, 82, 92, 100 und 266.

‡) *M. a. D.* p. 303—304 (*Carta del Almirante a los Reyes escrita en Jamaica a 7 de Julio 1503*); *Sumboldt*, *Examen crit.* T. III. p. 231—236.

||) *Tasso* *canto XVI Stanza 9—16.*

Jene individuelle Naturwahrheit, die aus eigner Anschauung entspringt, glänzt im reichsten Maasse in dem großen National-Epos der portugiesischen Literatur. Es weht wie ein indischer Blüthenduft durch das ganze unter dem Tropen-Himmel (in der Felsgrötte bei Macao und in den Molukken) geschriebene Gedicht. Mir geziemt es nicht einen kühnen Ausspruch Friedrich Schlegel's zu bekräftigen, nach welchem die Lusiaden des Camoens „an Farbe und Fülle der Phantasie den Ariost bei weitem übertreffen*);“ aber als Naturbeobachter darf ich wohl hinzufügen, daß in den beschreibenden Theilen der Lusiaden nie die Begeisterung des Dichters, der Schmuck der Rede und die süßen Laute der Schwermuth der Genauigkeit in der Darstellung physischer Erscheinungen hinderlich werden. Sie haben vielmehr, wie dies immer der Fall ist, wenn die Kunst aus ungetrübter Quelle schöpft, den belebenden Eindruck der Größe und Wahrheit der Naturbilder erhöht. Unnachahmlich sind in Camoens die Schilderungen des ewigen Verkehrs zwischen Luft und Meer, zwischen der vielfach gestalteten Wolkendecke, ihren meteorologischen Processen und den verschiedenen Zuständen der Oberfläche des Oceans. Er zeigt uns diese Oberfläche, bald wenn milde Winde sie kräuseln und die kurzen Wellen im Spiel des zurückgeworfenen Lichtstrahls funkelnd leuchten, bald wenn Coelho's und Paul de Gama's Schiffe in einem furchtbaren Sturme gegen die tief aufgeregten Elemente ankämpfen†). Camoens ist im eigentlichen Sinne des Worts ein großer Seemaler. Als Kriegermann hatte er gefochten an dem Fuße des Atlas im marokkanischen Gebiete, im rothen Meere und im persischen Meerbusen; zweimal hatte er das Cap umschifft und, mit tiefem Naturgefühl begabt, 16 Jahre lang an dem indischen und chinesischen Gestade alle Phänomene des Weltmeers belauscht. Er beschreibt das electrische St. Elmsfeuer (Castor und Pollux der alten griechischen Seefahrer), „das lebende Licht‡) dem Seevolke heilig;“ er beschreibt die gefahrdrohende Trombe in ihrer allmäligen Entwicklung: „wie der Dunst, aus seinem Dufte gewoben, sich im Kreise dreht, ein dünnes Rohr herabläßt und die Fluth düsternd aufpumpt; wie er, wenn das schwarze Gewölk sich satt gefogen, den Fuß des Trichters zurückzieht und, zum Himmel fliegend, auf der Flucht als süßes Wasser den Wogen wiedergiebt, was die Trombe ihnen brausend entzogen||.“ Die Schriftgelehrten, sagt der Dichter (und er sagt es fast auch zum Spott der jetzigen Zeit), die Schriftgelehrten mögen versuchen „der Welt verborgene Wunderdinge zu erklären, da, vom Geiste allein und von der Wissenschaft geleitet, sie so gern für falsch ausgeben, was man aus dem Munde des Schiffers hört, dem einzigen Leiter die Erfahrung ist.“

Das naturbeschreibende Talent des begeisterten Dichters weist aber nicht bloß bei den einzelnen Erscheinungen, es glänzt auch da, wo es große Massen auf einmal umfaßt. Der dritte Gesang schildert mit wenigen Zügen die Gestaltung von Europa¶) vom kältesten

*) S. Friedrich Schlegel's sämmtl. Werke Bd. II. S. 96 und über den freilich störenden Dualismus der Musik, das Gemisch der alten Fabel mit christlichen Anschauungen Bd. X. S. 54. Camoens hat in den nicht genug beachteten Stangen 82–84 diesen mythologischen Dualismus zu recht fertigen versucht. Ithys geschieht auf eine fast naive Weise, doch in dem herrlichsten Schwünge der Poesie: „daß sie selbst, wie Saturn, Jupiter und aller Wetter Schaar eitle Zabeleien sind, die blinder Wahn den Sterblichen gebar; sie bieten bloß, dem Riede Reiz zu geben. A Sancta Providencia que em Jupiter aqui se representa . . .“

†) Os Lusíadas de Camoens canto I est. 19, canto VI est. 71–82. S. auch das Gleichniß in der schönen Beschreibung des Sturmes, welcher in einem Walde wüthet, canto I est. 35.

‡) Das St. Elmsfeuer: „o lume vivo, que a maritima gente tem por santo, em tempo de tormenta . . .“ canto V est. 18. Eine Flamme, Helena des griechischen Seevolks, bringt Unglück (Plin. II, 37); zwei Flammen, Castor und Pollux, mit Geräusch er-

scheinenb, „als flatterten Vögel,“ sind heilsame Zeichen (Stob. Eclog. phys. I p. 514; Seneca, Nat. Quaest. I, 1). Ueber den hohen Grad eigenthümlicher Anschaulichkeit in den Naturbeschreibungen des Camoens s. die große Pariser Edition von 1818 in der Vida de Camoens von Dom Joze Maria de Souza p. CIL.

||) Die Wasserhose (Wetterfäule) canto V est. 19–22 ist zu vergleichen mit der ebenfalls sehr bildnerischen und naturwahren Beschreibung des Lucretius VI, 423–442. Ueber das süße Wasser, welches gegen Ende des Phänomens scheinbar aus dem oberen Theil der Wasserhose herabstürzt, s. Ogden, on Water Spouts (nach Beobachtungen auf einer im Jahr 1820 gemachten Reise von der Savana nach Norfolk, in Stillman, Amer. Journal of Sc. Vol. XXIX, 1836 p. 251–260.

¶) Canto III est. 7–21. Ich befolge immer den Text des Camoens der Edition princeps von 1572, welche die vortreffliche und splendide Ausgabe des Dom Joze Maria de Souza = Botelho (Paris 1818) und wiedergegeben hat. In den deutschen Citaten bin ich meist der Uebersetzung Donner's (1833) gefolgt.

Norden an bis „zum Lusitanienreiche und zu der Meerenge, wo Hercules sein letztes Werk gethan.“ Ueberall wird auf die Sitten und den Culturzustand der Völker angespielt, welche den vielgegliederten Welttheil bewohnen. Von den Preußen, Moscoviten und den Siamen, „que o Rheno frio lava,“ eilt er zu den herrlichen Auen von Hellas, „que creastes os peitos eloquentes, e os juicos de alta phantasia.“ Im zehnten Gesange erweitert sich der Blick. Tethys führt den Gama auf einen hohen Berg, um ihm die Geheimnisse des Weltbaues (machina do mundo) und der Planeten Lauf (nach Ptolemäischen Ansichten) zu enthüllen*). Es ist ein Traumgezicht im Styl des Dante; und da die Erde das Centrum des Bewegten bildet, so wird zuletzt bei Beschreibung des Erdglobus die ganze Kenntniß der damals erforschten Länder und ihrer Erzeugnisse dargelegt†). Es gilt hier nicht mehr Europa allein zu schildern, wie früher im dritten Gesange, alle Erdtheile werden durchmustert; selbst das Land des heiligen Kreuzes (Brasilien) und die Küsten werden genannt, die Magelhan entdeckte, „durch die That, aber nicht durch die Treue ein Sohn Lusitaniens.“

Wenn ich vorher den Camoens vorzugsweise als Seemaler rühmte, so war es um anzudeuten, daß das Erdenleben ihn minder lebhaft angezogen hat. Schon Sismondi bemerkt mit Recht, daß das ganze Gedicht keine Spur von etwas Anschaulichem über die tropische Vegetation und ihre physiognomische Gestaltung enthält. Nur die Arome und nützlichen Handelsproducte werden bezeichnet. Die Episode der Zauberinsel‡) bietet freilich das reizendste Gemälde einer Landschaft dar; aber die Pflanzendecke ist gebildet, wie eine Ilha de Venus es erfordert, von „Myrten, dem Citrusbaume, duftenden Limonen und Granaten,“ alle dem Klima des südlichen Europa angeeignet. Bei dem größten der damaligen Seefahrer, Christoph Columbus, finden wir mehr Freude an den Küstenwäldern, mehr Aufmerksamkeit auf die Formen des Gewächsreiches; aber Columbus schreibt ein Reisejournal und verzeichnet in diesem die lebendigen Eindrücke jedes Tages, während das Epos des Camoens die Großthaten der Portugiesen verherrlicht. Pflanzennamen den Sprachen der Eingebornen zu entleihen und sie in die Beschreibung einer Landschaft einzuflechten, in der, wie vor einem Hintergrund, die Handelnden sich bewegen, konnte den an harmonische Klänge gewöhnten Dichter wenig reizen.

Neben der ritterlichen Gestalt des Camoens hat man oft die eben so romantische eines spanischen Kriegers aufgestellt, der unter dem großen Kaiser in Peru und Chili diente und unter jenen fernen Himmelsstrichen die Thaten besang, an denen er rühmlichst Theil genommen. In dem ganzen Gros der Araucana des Don Alonso de Ercilla hat die unmittelbare Anschauung, der Anblick mit ewigem Schnee bedeckter Vulkane, heißer Waldthäler und weit in das Land einbringender Meeresarme fast nichts hervorgebracht, was man darstellend nennen könnte. Das übermäßige Lob, das Cervantes, bei Gelegenheit der geistreich satirischen Bücherschau des Quirote, dem Ercilla gespendet, ist wohl nur durch leidenschaftliche Rivalität zwischen der spanischen und itallänischen Poesie hervorgerufen worden. Man möchte fast sagen, es habe Voltaire'n und viele neueren Kritiker irre ge-

Der Hauptzweck der Rustaden des Camoens war die Verherrlichung seiner Nation. Es wäre ein Monument eines solchen dichterischen Ruhmes und einer solchen Nation würdig, wenn, nach dem edlen Beispiele der *Säle von Schiller und Goethe* im großherzoglichen Schlosse zu Weimar, in Rustaden selbst die zwölf grandiosen Compositionen meines hingeseheneden geistreichen Freundes Gerard, welche Souza's Ausgabe schmücken, in recht beträchtlichen Dimensionen als Fresken an wohl beleuchteten Wänden aufgeführt würden. Das Traumgezicht des Königs Dom Manoel, in welchem ihm die Flüsse Indus und Ganges erscheinen, der Gigant Adamastor über dem Vorgebirge der guten Hoffnung schwebend („Eu sou aquelle occulto e grande Cabo, A quem chamais vós outros Tormentorio“), der Mord

der Innes de Castro und die liebliche Ilha de Venus würden von der herrlichsten Wirkung sein.

*) Canto X est. 79—90. Camoens nennt wie Vesputci bei dem Südpol nächste Himmelsgegend sternarm, canto V est. 14; auch kennt er das Eis der südlichen Meere, canto V est. 27.

†) Canto X est. 91—141.

‡) Canto IX est. 51—63. (Vergl. Ludwig Kriegel, *Schriften zur allgemeinen Erdkunde* 1810 S. 338). Die ganze Insel Ilha de Venus ist eine allegorische Mythe, wie est. 89 ausdrücklich angedeutet wird. Nur der Anfang der Erzählung des Traumes von Dom Manoel schildert eine in dieser Berg- und Waldgegend, canto IV est. 70.

führt. Die *Araucana* ist allerdings ein Werk, welches ein edles Nationalgefühl durchdringt; die Schilderung der Sitten eines wilden Volksstammes, der im Kampf für die Freiheit des Vaterlandes erliegt, ist darin nicht ohne Leben: aber die Diction des *Ercilla* ist schleppend, mit Eigennamen überhäuft, ohne alle Spur dichterischer Begeisterung*).

Diese Begeisterung findet sich in mehreren Strophen des *Romancero caballeresco* †); in der religiösen Melancholie des Fray Louis de Leon, z. B. in seiner „heiteren Nacht,“ wenn er die ewigen Lichter (*resplandores eternos*) des gestirnten Himmels besingt ‡); und in den großen Schöpfungen des Calderon. „Als sich die Comödie der Spanier bis zu einer hohen Vollenendung ausgearbeitet hatte,“ sagt der tiefste Forscher aller dramatischen Literatur, mein edler Freund Ludwig Tieck, „finden wir oft beim Calderon und bei seinen Zeitgenossen, in romanzen- und conzonartigen Sylbenmaßen, blendend schöne Schilderungen vom Meere, von Gebirgen, Gärten und waldigen Thälern: doch fast immer mit allegorischen Beziehungen, und mit einem künstlichen Glanz übergossen, der uns nicht sowohl die freie Lust der Natur, die Wahrheit des Gebirges, die Schatten der Thäler fühlen läßt, als daß in harmonischen, wohlklingenden Versen eine geistvolle Beschreibung gegeben wird, die mit kleinen Nuancen immer wiederkehrt.“ In dem Schauspiel das Leben ein Traum (*la vida es sueño*) läßt Calderon den Prinzen Sigismund das Unglück seiner Gefangenschaft in anmuthigen Gegensätzen mit der Freiheit der ganzen organischen Natur beklagen. Es werden geschildert die Sitten der Vögel, „die im weiten Himmelsraume sich in raschen Flügen regen,“ die Fische, „welche, kaum aus Laich und Schlamm entkroffen, schon das weite Meer suchen, dessen Unendlichkeit ihnen bei ihren festen Zügen nicht so genügen scheint. Selbst dem Bache, der im Ringelgange zwischen Blüthen hingeleitet, gewährt die Flur einen freien Pfad.“ Und ich, ruft Sigismund verzweiflungsroll aus, der mehr Leben hat, soll bei freierem Geiste mich in mindere Freiheit fügen! Auf ähnliche Weise, aber auch oft durch Antithesen, witzige Gleichnisse und Künsteleien aus Góngora's Schule verunstaltet, spricht im standhaften Prinzen Don Bernardo zum Könige von Jex †). Wir erinnern an diese einzelnen Beispiele, weil sie zeigen, wie in der dramatischen Dichtung, die es vornehmlich mit Begebenheiten, Leidenschaften und Charakteren zu thun hat,

*) Aus Vorliebe für die alte spanische Literatur und für den reizenden Himmelsstrich, in welchem die *Araucana* des Alonso de Ercilla y Zúñiga gedichtet wurde, habe ich gewissenhaft das leider 42000 Verse lange Epos zweimal ganz gelesen: einmal in Peru, das andere Mal neuerlich in Paris, als ich zur Vergleichung mit dem *Ercilla* durch die Güte eines gelehrten Reisenden, Herrn Ternaux Compans, ein sehr seltenes, 1596 in Lima gedrucktes Buch, die neunzehn Gesänge des *Arauco domado compuesto por el Licenciado Pedro de Oña, natural de los Infantes de Engol en Chile*, erhielt. Von dem Epos des *Ercilla*, in dem Voltaire eine „*Utopie*“, Siemond eine „*Zeitung in Reimen*“ zu sehen glauben, sind die ersten fünfzehn Gesänge zwischen 1555 und 1563 gedichtet und schon 1569 erschienen; die letzten wurden erst 1590 gedruckt, nur sechs Jahre vor dem elenden Gedichte von Pedro de Oña, das denselben Titel führt als eines der dramatischen Meisterwerke des Lope de Vega, in welchem aber der Cacicpo Canpolican wieder die Hauptrolle spielt. *Ercilla* ist natv und treuherzig, besonders in den Theilen seiner Composition, die er im Felde, aus Mangel an Papier, auf Baumrinde und Thierfelle schrieb. Die Schilderung seiner Dürftigkeit und des Unbanfs, welchen auch er an König Philipps Hofe erfuhr, ist überaus rührend, besonders am Schluß des 37ten Gesanges:

„Climas passo, mude constelaciones,
Golfos inavagables navegando.

Estendiendo, Señor, Vuestra Corona

Hasta la austral frigida zona . . .

„Die Blüthenzeit meines Lebens ist dahin; ich werde, spät belehrt, dem Irdischen entsagen, weinen und nicht

mehr sinen.“ Die Naturbeschreibungen (der Garten des Zauberers, der Sturm, den Eponamon erregt, die Schilderung des Meeres; P. I. p. 80, 135 und 173, P. II. p. 130 und 161 in der Ausgabe von 1733) enthalten alles Naturschöne; die geographischen Verzeichnisse (*canto XXVII*) sind so gehäuft, daß in einer Dittane 27 Eigennamen unmittelbar auf einander folgen. Die Parte II. der *Araucana* ist nicht von *Ercilla*, sondern eine Fortsetzung in 20 cantos von Diego de Santistevan D'ortio, den 37 cantos des *Ercilla* folgend und diesen angeheftet.

†) Im *Romancero de Romances caballerescos é historicos ordenado por D. Agustín Durán P. I. p. 189 und P. II. p. 237* erinnere ich an die schönen Strophen: *Yba declinando el día—Su curso y ligeras horas . . .* und an die Flucht des Königs Rodrigo, welche beginnt:

Quando las pintadas aves

Mudas estan y la tierra

Atonta escucha los rios . . .

‡) Fray Luis de Leon, *Obras proprias y traducciones dedicadas á Don Pedro Portocarrero* 1681 p. 120: *Nocho serona*. Ein tiefes Naturschöne offenbart sich bisweilen auch in den alten mystischen Dichtern der Spanier Fray Luis de Granada, Santa Teresa de Jesús, Malen de Chate; aber die Naturbilder sind meist nur die Hülle, in der ideale religiöse Anschauungen symbolisirt sind.

§) Calderon im standhaften Prinzen über Annäherung der spanischen Flotte Act I Scene 1, und über das Königthum des Gewildes in den Wäldern Act III Scene 2.

„die Beschreibungen nur Abbildungen des Gemüths, der Stimmung der handelnden Personen werden. Shakespeare, der in dem Drang seiner bewegten Handlung fast nie Zeit und Gelegenheit hat sich auf Naturschilderungen geistig einzulassen, malt durch Vorfälle, Andeutungen und Gemüthsbewegung der handelnden Landschaft und Natur, daß wir sie vor uns zu sehen glauben und in ihr zu leben scheinen. So leben wir in der Sommernacht im Walde, sehen wir in den letzten Scenen des Kaufmann von Venedig den Mondschein, welcher eine warme Sommernacht erhellt, ohne daß beide geschildert werden. Eine wirkliche Naturbeschreibung ist aber die der Dover-Klippe im König Lear, wo der sich wahnsinnig stellende Edgar seinem blinden Vater Gloucester, auf der Ebene gehend, vorbildet, sie erstiegen die Klippe. Schwindelerregend ist die Schilderung des Blicks in die Tiefe von oben hinab *).“

Wenn in Shakespeare innere Lebendigkeit der Gefühle und großartige Einfachheit der Sprache die Anschaulichkeit und den individuellen Naturausdruck so wundervoll beleben, so ist in Milton's erhabener Dichtung des verlorenen Paradieses, dem Wesen einer solchen Composition nach, das Beschreibende mehr prachtvoll als darstellend. Der ganze Reichthum der Phantasie und der Sprache ist auf die Schilderung der blühenden Natur des Paradieses ausgegossen; aber hier wie in Thomson's lieblichem Lehrgedichte der Jahreszeiten hat die Schilderung der Vegetation nur in allgemeinen, unbestimmten Umrissen entworfen werden können. Nach dem Urtheile tiefer Kenner der indischen Dichtkunst individualisirt zwar Kalidasa's ähnliches indisches Gedicht, *Ritusañhara*, das weit über anderthalbtausend Jahre älter ist, die kräftige Tropennatur mit größerer Lebendigkeit; es entbehrt aber der Anmuth, welche in Thomson aus der den höheren Breiten eignen vielfachen Scheidung der Jahreszeiten, aus den Uebergängen des obstreichen Herbstes zum Winter und des Winters zum wiederbelebenden Frühling, aus der Schilderung des arbeitssamen oder heiteren Treibens der Menschen in jedem Theile des Jahres entspringt.

Gehen wir zu der uns näheren Zeit über, so bemerken wir, daß seit der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts sich vorzugsweise die darstellende Prosa in eigenthümlicher Kraft entwickelt hat. Wenn auch bei dem nach allen Seiten hin erweiterten Naturstudium die Masse des Erkannten übermäßig angewachsen ist, so hat sie darum doch nicht bei den Wenigen, die einer hohen Begeisterung fähig sind, die intellectuelle Anschauung unter dem materiellen Gewichte des Wissens erdrückt. Diese intellectuelle Anschauung (das Werk richtiger Spontaneität) hat vielmehr selbst an Umfang und an Erhabenheit des Gegenstandes zugenommen, seitdem die Blicke tiefer in den Bau der Gebirge (der geschichteten Grabschichten untergegangener Organisationen), in die geographische Verbreitung der Thiere und Pflanzen, in die Verwandtschaft der Menschenstämme eingebrungen sind. So haben zuerst, durch Anregung der Einbildungskraft, mächtig auf die Belebung des Naturgefühls, den Contact mit der Natur und den davon unzertrennlichen Trieb zu fernen Reisen gewirkt: in Frankreich Jean Jacques Rousseau, Buffon, Bernardin de St. Pierre und, um hier ausnahmsweise einen noch lebenden Schriftsteller zu nennen, mein vieljähriger Freund August von Chateaubriand; in den britischen Inseln der geistreiche Plafair; in Deutschland Cook's Begleiter auf seiner zweiten Weltumseglung, der beredte und dabei jeder Verallgemeinerung der Natursicht glücklich zugewandte Georg Forster.

Es muß diesen Blättern fremd bleiben, zu untersuchen, was jeden dieser Schriftsteller charakterisirt, was in ihren überall verbreiteten Werken den Schilderungen der Landschaft Reiz und Anmuth verleiht, was die Eindrücke stört, die sie hervorrufen wollten; aber einem Reisenden, welcher sein Wissen hauptsächlich der unmittelbaren Anschauung der Welt ver-

*) Was in dem Texte, im Urtheil über Calverton und ich aus einem ungebrachten an mich gerichteten Briefe Shakespeare, von Anführungszeichen begleitet ist, habe von Ludwig Tieck entlehnt.

danke, wird es erlaubt sein hier einige zerstreute Betrachtungen über einen jüngeren und im ganzen wenig bearbeiteten Theil der Literatur einzuschalten. Buffon, großartig und ernst, Planetenbau, Organisation, Licht und magnetische Kraft gleichzeitig umfassend, in physikalischen Untersuchungen weit gründlicher als es seine Zeitgenossen wähten, ist, wenn er von den Sitten der Thiere zu der Beschreibung des Landschaftlichen übergeht, in kunstreichem Periodenbau, mehr rhetorisch pomphaft als individualisirend wahr, mehr zur Empfänglichkeit des Erhabenen stimmend als das Gemüth durch anschauliche Schilderung des wirklichen Naturlebens, gleichsam durch Anklang der Gegenwart, ergreifend. Man fühlt, selbst in den mit Recht bewunderten Versuchen dieser Art, daß er Mittel-Europa nie verließ, daß ihm die eigne Ansicht der Tropenwelt fehlt, die er zu beschreiben glaubt. Was wir aber besonders in den Werken dieses großen Schriftstellers vermissen, ist die harmonische Verknüpfung der Darstellung der Natur mit dem Ausdruck der angeregten Empfindung; es fehlt fast alles, was der geheimnißvollen Analogie zwischen den Gemüthsbewegungen und den Erscheinungen der Sinnenwelt entquillt.

Größere Tiefe der Gefühle und ein frischerer Lebensgeist athmen in Jean Jacques Rousseau, in Bernardin de St. Pierre und in Chateaubriand. Wenn ich hier der hinreißenden Beredsamkeit des ersten, der malerischen Scenen von Clarens und Meillerie am Lemane-See erwähne, so ist es, weil in den Hauptwerken des, wenig gelehrten, aber eifrigen Pflanzensammlers (sie sind um zwanzig Jahre älter als Buffon's phantasie-reiche Werkepochen*) die Begeisterung sich hauptsächlich in der innersten Eigenthümlichkeit der Sprache offenbart, ja in der Prosa eben so überströmend ausbricht als in Klopstock's, Schiller's, Goethe's und Byron's unsterblichen Dichtungen. Auch da, wo nichts beabsichtigt wird, was unmittelbar an das Studium der Natur geknüpft ist, kann doch unsere Liebe zu diesem Studium durch den Zauber einer poetischen Darstellung des Naturlebens, sei es auch in den engsten, uns wohlbekannten Erdräumen, erhöht werden.

Indem wir zu den Prosaisern wieder zurückkehren, verweilen wir gern bei der kleinen Schöpfung, welcher Bernardin de St. Pierre den schöneren Theil seines literarischen Ruhmes verdankt. Paul und Virginia, ein Werk, wie es kaum eine andere Literatur aufzuweisen hat, ist das einfache Naturbild einer Insel mitten im tropischen Meere, wo, bald von der Milde des Himmels beschirmt, bald von dem mächtigen Kampf der Elemente bedroht, zwei anmuthvolle Gestalten in der wilden Pflanzensfülle des Waldes sich malerisch wie von einem blüthenreichen Teppich abheben. Hier und in der Chaumière indienne, ja selbst in den Études de la Nature, welche leider durch abenteuerliche Theorien und physikalische Irrthümer verunstaltet werden, sind der Anblick des Meeres, die Gruppierung der Wolken, das Rauschen der Lüfte in den Bambus-Gebüsch, das Wogen der hohen Palmenzuspitzen mit unnachahmlicher Wahrheit geschildert. Bernardin de St. Pierre's Meisterwerk Paul und Virginia hat mich in die Zone begleitet, der es seine Entstehung verdankt. Viele Jahre lang ist es von mir und meinem theuren Begleiter und Freunde Bonpland gelesen worden: dort nun (man verzeihe den Anruf an das eigene Gefühl) in dem stillen Glanze des südlichen Himmels, oder wenn in der Regenzeit, am Ufer des Ori-

*) Dies ist die Zeitfolge, nach welcher die Werke erschienen sind: Jean Jacques Rousseau 1759 (Nouvelle Héloïse); Buffon 1778 (Époques de la Nature, aber die Histoire naturelle schon 1749—1767); Bernardin de St. Pierre, Études de la Nature 1784, Paul et Virginie 1788, Chaumière indienne 1791; Georg Forster, Reise nach der Südpole 1777, kleine Schriften 1794. Mehr als ein halbes Jahrhundert vor dem Erscheinen der Nouvelle Héloïse hatte schon Madame de Sévigné in ihren anmuthigen Briefen die Lebendigkeit eines Naturgefühls offenbart, das in dem großen Zeitalter von Ludwig XIV. sich so selten ausdrückte. Vergleiche die herrlichen Naturschilderungen in den Briefen vom 20. April, 31. Mai, 15. August, 16. September und 6. November 1671; vom 23. October und 28. December 1689 (Aubenas, Hist. de Madame de Sévigné 1842 p. 201 und 427). — Wenn ich später im Texte (S. 225) des alten deutschen Dichters Paul Flemming erwähnen habe, der von 1633 bis 1639 Adam Olearius auf seiner moscovitischen und persischen Reise begleitete, so ist es, weil nach dem gewichtigen Ausspruche meines Freundes Barnhagen von Ense (biographische Denkm. Bd. IV. S. 4, 75 und 129) „der Charakter von Flemming's Dichtungen eine gesunde und frische Kraft ist,“ weil seine Naturbilder zart und voll Leben sind.

ungen in den Briefen vom 20. April, 31. Mai, 15. August, 16. September und 6. November 1671; vom 23. October und 28. December 1689 (Aubenas, Hist. de Madame de Sévigné 1842 p. 201 und 427). — Wenn ich später im Texte (S. 225) des alten deutschen Dichters Paul Flemming erwähnen habe, der von 1633 bis 1639 Adam Olearius auf seiner moscovitischen und persischen Reise begleitete, so ist es, weil nach dem gewichtigen Ausspruche meines Freundes Barnhagen von Ense (biographische Denkm. Bd. IV. S. 4, 75 und 129) „der Charakter von Flemming's Dichtungen eine gesunde und frische Kraft ist,“ weil seine Naturbilder zart und voll Leben sind.

noco, der Blitz krachend den Wald erleuchtete, wurden wir beide von der bewundernswürdigen Wahrheit durchdrungen, mit der in jener kleinen Schrift die mächtige Tropennatur in ihrer ganzen Eigenthümlichkeit dargestellt ist. Ein solches Auffassen des Einzelnen, ohne dem Eindruck des Allgemeinen zu schaden, ohne dem zu behandelnden äußeren Stoffe die freie innere Belebung dichterischer Phantasie zu rauben, charakterisirt in einem noch höheren Grade den geistreichen und gefühlvollen Verfasser von *Attala*, *René*, der Märtyrer und der Reise nach Griechenland und Palästina. In seinen Schöpfungen sind alle Contraste der Landschaft in den verschiedenartigsten Erdschichten mit wundervoller Anschaulichkeit zusammengedrängt. Die ernste Größe historischer Erinnerungen konnte allein den Eindrücken einer schnellen Reise Tiefe und Ruhe verleihen.

In unserm deutschen Vaterlande hat sich das Naturgefühl wie in der italiänischen und spanischen Literatur nur zu lange in der Kunstform des Idylls, des Schäferromans und des Lebrgedichts offenbart. Auf diesem Wege wandelten oft der persische Reisende Paul Flemming, Brodes, der gefühlvolle Emald von Kleist, Hagedorn, Salomon Gessner und einer der größten Naturforscher aller Zeiten, Haller, dessen locale Schilderungen wenigstens bestimmtere Umrisse und eine mehr objectiv Wahrheit des Colorits darboten. Das elegisch-idyllische Element beherrschte damals eine schwermüthige Landschaftspoesie, und die Dürftigkeit des Inhalts konnte, selbst in Voss, dem edeln und tiefen Kenner des classischen Alterthums, nicht durch eine höhere und glückliche Ausbildung der Sprache verhüllt werden. Erst als das Studium der Erdräume an Tiefe und Mannigfaltigkeit gewann, als die Naturwissenschaften sich nicht mehr auf tabellarische Aufzählungen seltsamer Erzeugnisse beschränkten, sondern sich zu den großartigen Ansichten einer vergleichenden Länderkunde erhoben, konnte jene Ausbildung der Sprache zu lebensfrischen Bildern ferner Zonen benutzt werden.

Die älteren Reisenden des Mittelalters, wie John Mandeville (1353), Hans Schiltberger aus München (1425) und Bernhard von Breytenbach (1486), erfreuen uns noch heute durch eine liebenswürdige Naivetät, durch ihre Freiheit der Rede, durch die Sicherheit, mit welcher sie vor einem Publikum auftraten, das ganz unvorbereitet, und darum um so neugieriger und leichtgläubiger anhört, weil es sich noch nicht schämen gelernt hat ergötzt oder gar erstaunt zu scheinen. Das Interesse der Reisen war damals fast ganz dramatisch, ja die nothwendige und dazu so leichte Einmischung des Wunderbaren gab ihnen beinahe eine epische Färbung. Die Sitten der Völker werden minder beschrieben als sie sich durch den Contact des Reisenden mit den Eingeborenen anschaulich machen. Die Vegetation bleibt namenlos und unbeachtet, wenn nicht hier und da einer sehr angenehmen oder seltsam gestalteten Frucht oder einer außerordentlichen Dimension von Stamm und Blättern gedacht wird. Unter den Thieren werden zunächst die menschenähnlichen, dann die reisenden, gefahrbringenden mit besondrer Vorliebe beschrieben. Die Zeitgenossen des Reisenden glauben noch an alle Gefahren, die in solchen Klimaten Benige unter ihnen theilt; ja die Langsamkeit der Schifffahrt und der Mangel an Verbindungsmitteln ließ die indischen Länder (so nannte man die ganze Tropen-Zone) wie in einer unabhessbaren Ferne erscheinen. Columbus *) hatte noch nicht das Recht gehabt der Königin Isabella zu schreiben: „die Erde ist nicht gar groß, viel kleiner denn das Volk es wähnt.“

In Hinsicht auf Composition hatten demnach die vergessenen Reisen des Mittelalters, die wir hier schildern, bei aller Dürftigkeit des Materials viele Vorzüge vor unseren meisten neueren Reisen. Sie hatten die Einheit, welche jedes Kunstwerk erfordert: alles war an eine Handlung geknüpft, alles der Reisebegebenheit selbst untergeordnet. Das Interesse entstand aus der einfachen, lebendigen, meist für glaubwürdig gehaltenen Erzählung über-

*) Brief des Admirals aus Jamaica vom 7. Julius | es tan grande como dice el vulgo." Navarrete, 1503: „El mundo es poco; digo que el mundo no | *Collecion de Viages esp. T. I. p. 300.*)

wundener Schwierigkeiten. Christliche Reisende, unbekannt mit dem, was Araber, spanische Juden und buddhistische Missionare vor ihnen gethan, rühmten sich alles zuerst gesehen und beschrieben zu haben. Bei der Dunkelheit, in welche der Orient und Inner-Asien gehüllt erschienen, vermehrte die Ferne selbst die Größe einzelner Gestalten. Eine solche Einheit der Composition fehlt meist den neueren Reisen, besonders denen, welche wissenschaftliche Zwecke verfolgen. Die Handlung steht dann den Beobachtungen nach, sie verschwindet in der Fülle derselben. Nur mühselige, wenn gleich wenig belehrende Bergbesteigungen und vor allem kühne Seefahrten, eigentliche Entdeckungsreisen in wenig erforschten Meeren oder der Aufenthalt in der schauervollen Gegend der besetzten Polarzone gewähren ein dramatisches Interesse, wie die Möglichkeit einer individualisirenden Darstellung. Die Einsamkeit der Umgebung und die hilflose Abgeschiedenheit der Seefahrer isoliren dann das Bild und wirken um so anregender auf die Einbildungskraft.

Wenn es nun nach den vorliegenden Betrachtungen unlängbar ist, daß in den neueren Reisebeschreibungen das Element der Handlung in den Hintergrund tritt, daß sie der größten Zahl nach nur ein Mittel geworden sind Natur- und Sitten-Beobachtungen der Zeitfolge nach an einander zu ketten, so bieten sie dagegen für diese theilweise Entfärbung einen vollen Ersatz durch den Reichthum des Beobachteten, die Größe der Weltansicht und das rühmliche Bestreben die Eigenthümlichkeit jeder vaterländischen Sprache zu anschaulichen Darstellungen zu benutzen. Was die neuere Cultur uns gebracht, ist die unausgesetzt fortschreitende Erweiterung unseres Gesichtskreises, die wachsende Fülle von Ideen und Gefühlen, die thätige Wechselwirkung beider. Ohne den heimathlichen Boden zu verlassen, sollen wir nicht bloß erfahren können, wie die Erdrinde in den entferntesten Zonen gestaltet ist, welche Thier- und Pflanzenformen sie beleben; es soll uns auch ein Bild verschafft werden, das wenigstens einen Theil der Eindrücke lebendig wiedergiebt, welche der Mensch in jeglicher Zone von der Außenwelt empfängt. Dieser Anforderung zu genügen, diesem Bedürfnis einer Art geistiger Freuden, welche das Alterthum nicht kannte, arbeitet die neuere Zeit; die Arbeit gelingt, weil sie das gemeinsame Werk aller gebildeten Nationen ist, weil die Vervollkommnung der Bewegungsmittel auf Meer und Land die Welt zugänglicher, ihre einzelnen Theile in der weitesten Ferne vergleichbarer macht.

Ich habe hier die Richtung zu bezeichnen versucht, in welcher das Darstellungsvermögen des Beobachters, die Belebung des naturbeschreibenden Elements und die Vielfältigung der Ansichten auf dem unermesslichen Schauplatze schaffender und zerstörender Kräfte als Anregungs- und Erweiterungsmittel des wissenschaftlichen Naturstudiums auftreten können. Der Schriftsteller, welcher in unsrer vaterländischen Literatur nach meinem Gefühle am kräftigsten und am gelungensten den Weg zu dieser Richtung eröffnet hat, ist mein berühmter Lehrer und Freund Georg Forster gewesen. Durch ihn begann eine neue Ära wissenschaftlicher Reisen, deren Zweck vergleichende Völker- und Länderkunde ist. Mit einem feinen ästhetischen Gefühle begabt, in sich bewahrend die lebensfrischen Bilder, welche auf Tahiti und anderen, damals glücklicheren Eilanden der Südsee seine Phantasie (wie neuerlichst wieder die von Charles Darwin *) erfüllt hatten: schilderte Georg Forster zuerst mit Anmuth die wechselnden Vegetationsstufen, die klimatischen Verhältnisse, die Nahrungsmittel in Beziehung auf die Gestattung der Menschen nach Verschiedenheit ihrer ursprünglichen Wohnsitze und ihrer Abstammung. Alles, was der Ansicht einer erotischen Natur Wahrheit, Individualität und Anschaulichkeit gewähren kann, findet sich in seinen Werken vereint. Nicht etwa bloß in seiner trefflichen Beschreibung der zweiten Reise des Capitän Cook, mehr noch in den kleinen Schriften liegt der Keim zu vielem Großen, das die spätere Zeit zur Reise gebracht hat†). Aber auch dieses so edle, gefühlreiche, immer hoffende Leben durfte kein glückliches sein!

*) S. Journal and Remarks by Charles Darwin 1832—1836 in Narrative of the Voyages of the Adventure and Beagle Vol. III. p. 479—490, wo eine überaus schöne Schilderung von Tahiti gegeben ist.

†) Ueber die Verdienste Georg Forster's als Mensch und als Schriftsteller s. Ger v i n u s, Gesch. der poet. National-Literatur der Deutschen Th. V. S. 390—392.

Hat man die Naturschilderungen, deren sich die neuere Zeit, vorzüglich in der deutschen, französischen, englischen und nordamerikanischen Literatur, erfreut, mit den Benennungen „beschreibender Poesie und Landschaftsdichtung“ tadelnd belegt, so bezeichnen diese Benennungen wohl nur den Mißbrauch, welcher vermeintlichen Grenzerweiterungen des Kunstgebietes schuld gegeben wird. Dichterische Beschreibungen von Naturerzeugnissen, wie sie am Ende einer langen und rühmlichen Laufbahn Delille geliefert, sind bei allem Aufwande verfeinerter Sprachkunst und Metrik keinesweges als Naturdichtungen im höheren Sinne des Wortes zu betrachten. Sie bleiben der Begeisterung und also dem poetischen Boden fremd, sind nüchtern und kalt, wie alles, was nur durch äußere Zierde glänzt. Wenn demnach die sogenannte „beschreibende Poesie“ als eine eigene für sich bestehende Form der Dichtung mit Recht getadelt worden ist, so trifft eine solche Mißbilligung gewiß nicht ein ernstes Bestreben die Resultate der neueren inhaltreicheren Weltbetrachtung durch die Sprache, d. h. durch die Kraft des bezeichnenden Wortes, anschaulich zu machen. Sollte ein Mittel unangewandt bleiben, durch welches uns das belebte Bild einer fernen, von andern durchwanderten Zone, ja ein Theil des Genusses verschafft werden kann, den die unmittelbare Naturanschauung gewährt? Die Araber sagen*) figürlich und sinnig, die beste Beschreibung sei die, „in welcher das Ohr zum Auge umgewandelt wird.“ Es gehört in die Leiden der Gegenwart, daß ein unheiliger Hang zu inhaltsloser poetischer Prosa, zu der Leere sogenannter gemüthlicher Ergüsse, gleichzeitig in vielen Ländern, verdienstvolle Reisende und naturhistorische Schriftsteller ergriffen hat. Verirrungen dieser Art sind um so unerfreulicher, wenn der Styl aus Mangel literarischer Ausbildung, vorzüglich aber aus Abwesenheit aller inneren Anregung in rhetorische Schwülstigkeit und trübe Sentimentalität ausartet.

Naturbeschreibungen, wiederhole ich hier, können scharf umgrenzt und wissenschaftlich genau sein, ohne daß ihnen darum der belebende Hauch der Einbildungskraft entzogen bleibt. Das Dichterische muß aus dem geahndeten Zusammenhange des Sinnlichen mit dem Intellectuellen, aus dem Gefühl der Allverbreitung, der gegenseitigen Begrenzung und der Einheit des Naturlebens hervorgehen. Je erhabener die Gegenstände sind, desto sorgfältiger muß der äußere Schmuck der Rede vermieden werden. Die eigentliche Wirkung eines Naturgemäldes ist in seiner Composition begründet; jede geistliche Anregung von Seiten dessen, der es aufstellt, kann nur störend sein. Wer, mit den großen Werken des Alterthums vertraut, in sicherem Besitze des Reichthums seiner Sprache, einfach und individualisirend wiederzugeben weiß, was er durch eigene Anschauung empfangen, wird den Eindruck nicht verfehlen; er wird es um so weniger, als er, die äußere, ihn umgebende Natur und nicht seine eigene Stimmung schildernd, die Freiheit des Gefühls in anderen unbeschränkt läßt.

Aber nicht die lebendige Beschreibung jener reich geschmückten Länder der Aequinoctial-Zone allein, in welcher Intensität des Lichts und feuchte Wärme die Entwicklung aller organischen Keime beschleunigen und erhöhen, hat in unseren Tagen dem gesammten Naturstudium einen mächtigen Reiz verschafft. Der geheime Zauber, durch den ein tiefer Blick in das organische Leben anregend wirkt, ist nicht auf die Tropenwelt allein beschränkt. Jeder Erdsirich bietet die Wunder fortschreitender Gestaltung und Gliederung, nach wiederkehrenden oder leise abweichenden Typen, dar. Allverbreitet ist das furchtbare Reich der Naturmächte, welche den uralten Zwist der Elemente in der wolken schweren Himmelsbede wie in dem zarten Gewebe der belebten Stoffe zu bindender Eintracht lösen. Darum können alle Theile des weiten Schöpfungskreises, vom Aequator bis zur kalten Zone, überall wo der Frühling eine Knospe entfaltet, sich einer begeisterten Kraft auf das Gemüth erfreuen. Zu einem solchen Glauben ist unser deutsches Vaterland vor allem berechtigt.

*) Freytag's Darstellung der arabischen Versekunst 1830 S. 402.

Wo ist das süßlichere Volk, welches uns nicht den großen Meister der Dichtung beneiden sollte, dessen Werke alle ein tiefes Gefühl der Natur durchbringt: in den Leiden des jungen Werthers wie in den Erinnerungen an Italien, in der Metamorphose der Gewächse wie in seinen vermischten Gedichten? Wer hat berebter seine Zeitgenossen angeregt „des Weltalls heilige Räthsel zu lösen,“ das Bündniß zu erneuern, welches im Jugendalter der Menschheit Philosophie, Physik und Dichtung mit Einem Bande umschlang? wer hat mächtiger hingezogen in das ihm geistig heimische Land, wo

Ein sanfter Wind vom blauen Himmel weht,
Die Myrte still und hoch der Lorbeer steht?

II. Landschaftsmalerei in ihrem Einfluß auf die Belebung des Naturstudiums — Graphische Darstellung der Physiognomie der Gewächse — Charakteristik ihrer Gestaltung unter verschiedenen Zonen.

Wie eine lebensfrische Naturbeschreibung, so ist auch die Landschaftsmalerei geeignet die Liebe zum Naturstudium zu erhöhen. Beide zeigen uns die Außenwelt in ihrer ganzen gestaltenreichen Mannigfaltigkeit; beide sind fähig, nach dem Grade eines mehr oder minder glücklichen Gelingens in Auffassung der Natur, das Sinnliche an das Unsinnliche anzuknüpfen. Das Streben nach einer solchen Verknüpfung bezeichnet das letzte und erhabenste Ziel der darstellenden Künste. Diese Blätter sind durch den wissenschaftlichen Gegenstand, dem sie gewidmet sind, auf eine andere Ansicht beschränkt: es kann hier der Landschaftsmalerei nur in der Beziehung gedacht werden, als sie den physiognomischen Charakter der verschiedenen Erdräume anschaulich macht, die Sehnsucht nach fernen Reisen vermehrt, und auf eine eben so lehrreiche als anmuthige Weise zum Verkehr mit der freien Natur anreizt.

In dem Alterthum, welches wir vorzugsweise das classische nennen, bei den Griechen und Römern, war nach der besonderen Geistesrichtung dieser Völker die Landschaftsmalerei eben so wenig als die dichterische Schilderung einer Gegend ein für sich bestehendes Object der Kunst. Beide wurden nur als Beiwerk behandelt. Anderen Zwecken untergeordnet, diente die Landschaftsmalerei lange nur als Hintergrund historischer Compositionen oder als zufälliges Ornament in Wandgemälden. Auf eine ähnliche Weise versinnlichte der epische Dichter durch eine malerische Beschreibung der Landschaft — ich könnte wieder sagen des Hintergrundes, vor dem die handelnden Personen sich bewegen — das Local eines geschichtlichen Vorganges. Die Kunstgeschichte lehrt, wie allmählig das Beiwerk zur Hauptsache der Darstellung wurde; wie die Landschaftsmalerei, von der historischen gesondert, als eine eigene Gattung austrat; wie die menschlichen Gestalten bald nur als Staffage einer Berg- und Waldgegend, eines Seestrandes oder einer Gartenanlage gedient haben. Die Trennung zweier Gattungen, der Geschichts- und Landschaftsmalerei, ist so, den allgemeinen Fortschritt der Kunst auf verschiedenen Bildungsstufen begünstigend, allmählig vorbereitet worden; und man hat mit Recht bemerkt, daß, wenn überhaupt bei den Alten die Malerei der Plastik untergeordnet blieb, insbesondere das Gefühl für die landschaftliche Schönheit, welche der Pinsel wiedergeben soll, kein antikes, sondern ein modernes Gefühl ist.

Graphische Andeutung von der Eigenthümlichkeit einer Gegend mußte sich allerdings schon in den ältesten Gemälden der Griechen finden, wenn, um einzelne Beispiele anzuführen, nach Herodot's*) Berichte Mandrokles von Samos für den großen Perserkönig den Uebergang des Heeres über den Bosporus darstellen ließ, oder wenn Polygnot†) in der

*) Herod. IV, 88.

†) Ein Theil der Werke des Polygnot und des Mikon (das Gemälde der Schlacht von Marathon in der

Pötile zu Athen) wurde nach dem Zeugnisse des Simplicius noch am Ende des vierten Jahrhunderts (nach dem Anfange unsrer Zeitrechnung) gesehen; diese Werke wa-

Seebe zu Telsphi den Untergang von Troja malte. Unter den Viskern, die der ältere Philostrat beschreibt, wird sogar eine Landschaft erwähnt, in der man Rauch aus dem Gipsel eines Vulkans aufsteigen und Lavaströme sich in das nahe Meer ergießen sah. In dieser sehr verwickelten Composition einer Ansicht von sieben Inseln glauben die neuesten Commentatoren *) sogar die Darstellung einer wirklichen Gegend, die kleine öolische oder liparische Vullangruppe, nördlich von Sicilien, zu erkennen. Die perspectivische Bühnenmalerei, durch welche die Ausführung der Meisterwerke des Aeschylus und Sophokles verherrlicht worden war, erweiterte allmählig diesen Theil des Kunstgebietes †), indem sie das Bedürfnis einer täuschenden Nachahmung lebloser Gegenstände (Baulichkeiten, Wald und Felsen) vermehrte.

Von der Bühne, durch die Vervollkommenung der Scenographie, ging die Landschaftmalerei bei den Griechen und den nachahmenden Römern in die durch Säulen gezierten Hallen über, wo lange Wandflächen erst mit eingeschränkten Naturscenen ‡), bald aber mit großen Prospecten von Städten, See-Ufern und weiten Triften bedeckt wurden, auf denen Viehheerden weiden §). Solche anmutige Wandverzierungen hatte in dem Augusteischen Zeitalter, nicht erfunden, aber allgemein beliebt gemacht ¶) und durch die Staffage kleiner Figuren erheitert **) der römische Maler Ludijs. Fast zu derselben Zeit und wohl noch ein halbes Jahrhundert früher finden wir schon bei den Intern in der glänzenden Epoche des Vitruvianischen Zeitalters der Landschaftmalerei als einer sehr geübten Kunst erwähnt. In dem reizenden Drama *Sakuntala* wird dem König Duschmanta das Bild seiner Geliebten gezeigt. Er ist nicht zufrieden damit, denn er will: „daß die Malerin die Plätze abbilde, welche der Freundin besonders lieb sind, den Malini-Fluß mit einer Sandbank, auf der die rothen Flamingos stehen; eine Hügelkette, welche sich an den Himalaya anlehnt, und Gazellen auf dieser Hügelkette gelagert.“ Das sind Anforderungen nicht geringer Art; sie deuten wenigstens auf den Glauben an die Ausführbarkeit einer verwickelten Composition.

Zeit den Caisaren trat die Landschaftmalerei zu Rom als eine eigene abgesonderte Kunst auf; aber nach dem Bielen, was uns die Ausgrabungen von Herculaneum, Pompeji und Stabia zeigen, waren diese Naturbilder oft nur landschaftenähnliche Uebersichten der Gegend, wieder mehr Darstellung von Hasenstärten, Villen und Kunstgärten, als der freien Natur zugewandt. Den Griechen und Römern schien fast allein das gemächlich Bewohnbare anziehend in der Landschaft, nicht das, was wir wild und romantisch nennen. Die Nachahmung konnte genau sein, so weit eine oft störende Sorglosigkeit in der Perspective und ein Streben nach conventioneller Anordnung es erlaubten; ja die arabeskenartigen Compositionen, denen der strenge Vitruvius abhold war, vereinigten, rhythmisch wiederkehrend und genialisch aufgefaßt, Thier- und Pflanzengestalten: aber, um mich eines Ausspruchs von Otfried Müller zu bedienen ††), „der ahnungsvolle Dämmererschein des

ren damals also gegen 850 Jahre alt (Petronne, *Leçons sur la Peinture historique murale* 1835 p. 202 und 453).

*) Philostratorum Imagines ed. Jacobs et Delfer 1826 p. 79 und 446. Beide gelehrte Herausgeber zweifeln gegen ältere Vermuthung die Wahrhaftigkeit der Gemälde-Beschreibung in der alten neapolitanischen Handschrift (Jacobs p. XVII und XLVI, Welcker p. IV und LXVI). Delfer will es annehmen, daß Philostrats Gemälde der Intern II, 17, wie die der Summepeter (I, 9), des Procerus und der Papher (I, 12 und 13) in der Darstellung viel Ähnlichkeit mit der Mosaik von Palestrina hatten. Auch Palestrina erscheint im Eingang des Critias (p. 107), der Landschaftmalerei, wie in Long, Plinius und Valerianus beschrieb.

†) Perspectisch durch Agatharchus, oder wenigstens nach dessen Verdicht, Aristot. Poet. IV, 10; Vi-

truv. lib. V. cap. 7, lib. VII in Praef. (ed. Moiss. Marinus 1836 T. I. p. 292, T. II. p. 56); vergl. Petronne a. a. O. p. 271—280.

‡) Objette der Rhopographia s. Welcker ad Philostr. Imag. p. 397.

§) Vitruv. lib. VII cap. 5 (T. II. p. 91).

¶) Girt, Gesch. der bildenden Künste bei den Römern 1832 S. 392, Petronne p. 202 und 448.

**) Ludijs qui primus, instituit amoenisissimum parietum picturam. Plin. XXXV, 10. Die topiaria opera des Plinius und varietates topiorum des Vitruvius waren keine landschaftliche Decorations-Gemälde. — Die im Text citirte Stelle des Kalidasa steht in *Sakuntala* Act VI (Waghling's Uebers. 1842 S. 96).

††) Otfried Müller, *Uebersicht der Kunst* 1830 S. 609. — Da früher im Lerte des Aeschylus bei Pompeji und Herculaneum aufgefundenen Malereien ge-

Geistes, mit welchem die Landschaft uns anspricht, ershien den Alten nach ihrer Gemüthsrichtung jeder künstlerischen Ausbildung unfähig; ihre Landschaften waren mehr scherzhaft als mit Ernst und Gefühl entworfen.“

Wir haben die Analogie des Entwickelungsganges bezeichnet, auf dem im classischen Alterthume zwei Mittel die Natur anschaulich darzustellen, durch die Sprache (das bezeugte Wort) und durch graphische Nachbildungen, allmählig zu einiger Selbstständigkeit gelangt sind. Was uns die neuerlichst so glücklich fortgesetzten Ausgrabungen in Pompeji von antiker Landschaftmalerei in der Manier des Ludius zeigen, gehört höchst wahrscheinlich einer einzigen und zwar sehr kurzen Zeitepoche*) von Nero bis Titus an; denn die Stadt war 16 Jahre vor dem berühmten Ausbruch des Vesuvus schon einmal durch Erdbeben gänzlich zerstört worden.

Die spätere christliche Malerei blieb nach ihrem Kunstcharakter, von Constantin dem Großen an bis zu dem Anfange des Mittelalters, der ächt griechischen und römischen nahe verwandt. Es offenbart uns dieselbe einen Schatz von alten Erinnerungen sowohl in den Miniaturen †), welche prachtvolle und wohlerhaltene Manuscripte zieren, wie in den selteneren Mosaiken derselben Epochen. Rumohr gedenkt eines Psalmen-Manuscriptes in der Barberina zu Rom, wo in einer Miniatur „David die Harfe schlägt, von einem anmuthigen Haine umgeben, aus dessen Gezweige Nymphen hervorlauschen. Diese Personification deutet auf die antike Wurzel des ganzen Bildes.“ Seit der Mitte des sechsten Jahrhunderts, wo Italien verarmt und politisch zerrüttet war, bewahrte vorzugsweise die byzantinische Kunst im östlichen Reiche den Nachklang und die schwer verlöschenden Typen einer besseren Zeit. Solche Denkmäler bilden den Uebergang zu den Schöpfungen des späteren Mittelalters, nachdem die Liebe zu der Ausschmückung der Manuscripte sich aus dem griechischen Orient nach den Abendländern und dem Norden, in die fränkische Monarchie, unter den Angelsachsen und in die Niederlande verbreitet hatte. Es ist daher von nicht geringer Wichtigkeit für die Geschichte der neueren Kunst, „daß die berühmten Brüder Hubert und Johann van Eyck dem Wesentlichen nach aus einer Schule der Miniaturmaler hervorgegangen sind, welche seit der zweiten Hälfte des 14ten Jahrhunderts in Flandern eine so große Vollkommenheit erlangt hatte ‡).“

Sorgfältige Ausbildung des Landschaftlichen findet sich nämlich zuerst in den historischen Bildern dieser Brüder van Eyck. Beide haben nie Italien gesehen; aber der jüngere Bruder Johann genoß den Anblick einer südeuropäischen Vegetation, als er im Jahr 1428 die Gesandtschaft begleitete, welche der Herzog von Burgund Philipp der Gute wegen seiner Bewerbung um die Tochter König Johanns I. von Portugal nach Lissabon schickte. Wir besitzen hier in dem Museum zu Berlin die Flügel des herrlichen Bildes, welches die eben genannten Künstler, die eigentlichen Begründer der großen niederländischen Malerschule,

hacht worden ist, als einer Kunst, die der freien Natur wenig zugewandt war, so muß ich hier doch einige wenige Ausnahmen bezeichnen, welche durchaus als Landschaften im modernen Sinne des Wortes gelten können. S. *Pittura d'Ercolano* Vol. II. tab. 45. Vol. III. tab. 53 und, als Hintergrund in reizenden historischen Compositionen, Vol. IV. tab. 61, 62 und 63. Ich erwähne nicht der merkwürdigen Darstellung in den *Monumenti dell' Instituto di Corrispondenza archeologica* Vol. III. tab. 9, deren antike Wahrheit schon von einem scharfsinnigen Archäologen, Raoul-Rochette, bezweifelt worden ist.

*) Wegen die Behauptung von Du Teil (Voyage en Italie par l'Abbé Barthélemy p. 284), daß Pompeji noch mit Glanz unter Hadrian bestanden und erst am Ende des fünften Jahrhunderts völlig zerstört worden sei, s. Adolph v. Hoff, *Geschichte der Veränderungen der Erdbödenfläche* Th. II. 1824 S. 195—199.

†) S. Waagen, *Kunstwerke und Künstler in England und Paris* Th. III. 1839 S. 195—201, und be-

sonders S. 217—224, wo das berühmte Psalterium der Pariser Bibliothek (aus dem 10ten Jahrhundert) beschrieben wird, welches beweist, wie lange in Constantinopel sich „die antike Auffassungsweise“ erhalten hat. — Den freundschaftlichen und leitenden Mittheilungen dieses tiefen Kunstenners (des Professor Waagen, Directors der Gemädegallerie in meiner Vaterstadt) habe ich zur Zeit meiner öffentlichen Vorträge im Jahr 1828 interessante Notizen über die Kunstgeschichte nach der römischen Kaiserzeit verdankt. Was ich später über die allmähliche Entwickelung der Landschaftmalerei aufgeschrieben, theilte ich im Winter 1833 dem berühmten, leider uns so früh entlassenen Verfasser der italienischen Forschungen, Freiherr von Rumohr in Dresden, mit. Ich erhielt von dem edel mittheilenden Manne eine große Zahl historischer Erläuterungen, die er mir sogar, wenn es nach der Form meines Werkes geschehen könnte, vollständig zu veröffentlichen erlaubte.

‡) Waagen a. a. D. Th. I. 1837 S. 59, Th. III. 1839 S. 352—359.

für die Cathedralkirche zu Gent angefertigt hatten. Auf den Flügeln, welche die heiligen Einsiedler und Pilger darstellen, hat Johann van Eyck die Landschaft durch Drangenbäume, Dattelpalmen und Cyressen geschmückt, die äußerst naturgetreu über andere dunkle Massen einen ernsten, erhabenen Charakter verbreiten. Man fühlt bei dem Anblick des Bildes, daß der Maler selbst den Eindruck einer Vegetation empfangen hat, die von lauen Lüften umweht ist.

Bei dem Meisterwerke der Gebrüder van Eyck stehen wir noch in der ersten Hälfte des 15ten Jahrhunderts, als die vervollkommnete Oelmalerei eben erst angefangen hatte die Malerei in Tempera zu verdrängen und doch schon eine hohe technische Vollendung erlangt hatte. Das Streben nach einer lebendigen Darstellung der Naturformen war erweckt; und will man die allmähliche Verbreitung eines sich erhöhenden Naturgefühls verfolgen, so muß man erinnern, wie Antonello di Messina, ein Schüler der Brüder van Eyck, den Hang zu landschaftlicher Auffassung nach Venedig verpflanzte, und wie die Bilder der van Erft'schen Schule selbst in Florenz auf den Domenico Ghirlandajo und andere Meister in ähnlichem Sinne eingewirkt haben *). Die Bestrebungen dieser Zeit waren auf eine sorgsame, aber meist ängstliche Nachahmung der Natur gerichtet. Frei und großartig aufgefaßt erscheint diese erst in den Meisterwerken des Tizian, dem auch hier Giorgione zum Vorbild gedient. Ich habe das Glück gehabt viele Jahre lang im Pariser Museum das Gemälde des Tizian bewundern zu können, welches den Tod des von einem Abigener im Walde überfallenen Petrus (Martyr †) in Gegenwart eines anderen Dominicanermönches darstellt. Die Form der Waldbäume und ihre Belaubung, die bergige blaue Ferne, die Abtönung und Beleuchtung des Ganzen lassen einen feierlichen Eindruck von Ernst und Größe, von einer Tiefe der Empfindungen, welche die überaus einfache landschaftliche Composition durchdringt. So lebendig war das Naturgefühl des Tizian, daß er nicht etwa bloß in Bildnissen schöner Frauen, wie in dem Hintergrunde der üppigen Gestalt der Dresdner Venus, sondern auch in den Bildnissen strengerer Auffassung, z. B. in dem des Dichters Pietro Aretino, sei es der Landschaft, sei es dem Himmel einen der individuellen Darstellung entsprechenden Charakter gab. Einem solchen Charakter der Erhabenheit blieben treu in der Bologna'schen Schule Annibal Caracci und Domenichino.

War aber die große Kunstepoche der Historienmalerei das cinquecento, so ist die Epoche der größten Landschaften das 17te Jahrhundert. Bei dem immer mehr erkannten und sorgsamer beobachteten Reichthum der Natur konnte das Kunstgefühl sich über eine größere Mannigfaltigkeit von Gegenständen verbreiten; auch vermehrte sich zugleich die Vollkommenheit der technischen Darstellungsmittel. Beziehungen auf die Stimmung des Gemüths wurden inniger und durch sie erhöhte sich der zarte und milde Ausdruck des Naturschönen, wie der Glaube an die Nacht, mit welcher die Sinnenwelt uns anregen kann. Wenn

*) „Im Besidire des Vatican malte schon Pinturichio Landschaften als selbstständige Verzierungen; sie waren reich und componirt. Er hat auf Raphael eingewirkt, in dessen Bildern viele landschaftliche Seltsamkeiten nicht von Perugino abzuleiten sind. Bei Pinturichio und bei dessen Freunden finden sich auch schon die sonderbaren spitzigen Bergformen, welche Sie früher in Ihren Vorlesungen geneigt waren, von den durch Leopold von Buch so berühmt gewordenen tyroler Dolomitengebirgen abzuleiten, die auf reisende Künstler bei dem steten Verkehre zwischen Italien und Deutschland sonnten Eindruck gemacht haben. Ich glaube vielmehr, daß diese Kegelformen auf den frühesten italiänischen Landschaften entweder sehr alte conventionelle Uebertragungen sind aus Berg-Andeutungen in antiken Reliefs und musivischen Arbeiten, oder daß sie als ungeschickt verkürzte Ansichten des Soracte und ähnlicher isolirter Gekirge in der Campagna di Roma betrachtet werden müssen.“ (Aus einem Briefe von Carl Friedrich von

Rumohr an mich im October 1832.) — Um die Regels- und Spitzberge näher zu bezeichnen, von denen hier die Rede ist, erinnere ich an die phantastische Landschaft, welche in Leonardo da Vinci's allgemein bewundertem Bilde der Mona Lisa (Gemahlin des Francesco del Giocondo) den Hintergrund bildet. — Unter denen, welche in der niederländischen Schule die Landschaft vorzugsweise als eine eigene Gattung ausgebildet haben, sind noch Patenier's Nachfolger Henry de Vles, wegen seines Hieronymus Monogramms Civetta genannt, und später die Brüder Matthäus und Paul Brill zu erwähnen, die bei ihrem Aufenthalte in Rom große Neigung zu diesem abgesonderten Zweige der Kunst erwideten. In Deutschland behandelte Albrecht Altdorfer, Dürer's Schüler, die Landschaftsmalerei noch etwas früher und mit größerem Erfolge als Patenier.

†) Gemalt für die Kirche San Giovanni e Paolo zu Venedig.

diese Anregung, dem erhabenen Zwecke aller Kunst gemäß, die wirklichen Gegenstände in ein Object der Phantasie verwandelt, wenn sich harmonisch in unserm Inneren den Eindruck der Ruhe erzeugt, so ist der Genuß nicht ohne Nüßrung; sie ergreift das Herz, so oft wir in die Tiefen der Natur oder der Menschheit blicken*). In ein Jahrhundert finden wir zusammengebrängt Claude Lorrain, den idyllischen Maler des Lichts und der dufthgen Ferne, Ruysdael's dunkle Waldmassen und sein drohendes Gewölk, die heroischen Baumgestalten von Gaspard und Nicolaus Poussin, die naturwahren Darstellungen von Everdingen, Hobbema und Cuyp†).

In dieser glücklichen Entwicklungsperiode der Kunst ahmte man geistreich nach, was die Vegetation des Nordens von Europa, was das südliche Italien und die iberische Halbinsel darboten. Man schmückte die Landschaft mit Drangen- und Lorbeerbäumen, mit Pinien und Dattelpalmen. Die letzten (das einzige Glied dieser herrlichen Familie, das man außer der kleinen ursprünglich europäischen Strandpalme, *Chamaerops*, durch eigenen Anblick kannte) wurden meist conventionell mit schlangenartig schuppigem Stamme dargestellt‡); sie dienten lange zum Repräsentanten der ganzen Tropen-Vegetation, wie *Pinus pinoa* nach einem noch sehr verbreiteten Glauben die Vegetation Italiens ausschließlich charakterisiren soll. Die Umrisse hoher Gebirgsketten wurden wenig studirt; ja Schneegipfel, welche sich über grüne Alpenwiesen erheben, wurden damals noch von Naturforschern und Landschaftmalern für unerreichbar gehalten. Die Physiognomie der Felsmassen reizte fast nur da zu einer genaueren Nachbildung an, wo der Gießbach sich schäumend und furchend eine Bahn gebrochen hat. Auch hier ist wieder die Vielseitigkeit eines freien, sich in die ganze Natur versenkenden künstlerischen Geistes zu bezeichnen. Ein Geschichtsmaler, derselbe Rubens, der in seinen großen Jagdstücken das wilde Treiben der Waldthiere mit unnachahmlicher Lebendigkeit geschildert hat, faßte beinahe gleichzeitig die Gestaltung des Erdreichs in der dünnen, gänzlich öden, felsigen Hochebene des Escoriais mit seltenem Glücke landschaftlich auf||).

Die Darstellung individueller Naturformen, den Theil der Kunst berührend, welcher der eigentliche Gegenstand dieser Blätter ist, konnte an Mannigfaltigkeit und Genauigkeit erst dann zunehmen, als der geographische Gesichtskreis erweitert, das Reisen in ferne Klimate erleichtert und der Sinn für die relative Schönheit und Gliederung der vegetabilischen Gestalten, wie sie in Gruppen natürlicher Familien vertheilt sind, angeregt wurden. Die Entdeckungen von Columbus, Vasco de Gama und Alvarez Cabral in Mittel-Amerika, Süd-Asien und Brasilien, der ausgebreitete Specerei- und Drogen=Handel der Spanier, Portugiesen, Italiäner und Niederländer, die Gründung botanischer, aber noch nicht mit eigentlichen Treibhäusern versehener Gärten in Pisa, Padua und Bologna zwischen 1544 und 1568 machten die Maler allerdings mit vielen wunderbaren Formen erotischer Producte, selbst mit denen der Tropenwelt, bekannt. Einzelne Früchte, Blüthen und Zweige wurden von Johann Breughel, dessen Ruhm schon am Ende des 16ten Jahrhunderts begann, mit anmuthiger Naturtreue dargestellt; aber es fehlte bis kurz vor der Mitte des 17ten Jahrhunderts an Landschaften, welche den individuellen Charakter der heißen Zone, von dem Künstler selbst an Ort und Stelle aufgefaßt, wiedergeben konnten. Das erste

*) Wilhelm von Humboldt, gesammelte Werke Ab. IV. S. 37. Vergl. auch über die verschiedenen Stadien des Naturlebens und die durch die Landschaft hervorgerufenen Gemüthsstimmungen Carus in seinen geistreichen Briefen über die Landschaftsmalerei 1831 S. 45.

†) Das große Jahrhundert der Landschaftsmalerei vereinigte: Johann Breughel 1569—1625; Rubens 1577—1640; Domenichino 1581—1641; Philippe de Champaigne 1602—1674; Nicolaus Poussin 1594—1665; Gaspard Poussin (Duquet) 1613—1675; Claude Lorrain 1600—1682; Albert Cuyp 1606—1672; Jan

Both 1610—1650; Salvator Rosa 1615—1673; Everdingen 1621—1675; Nicolaus Bergem 1624—1683; Swanewelt 1620—1690; Ruysdael 1635—1681; Minverboot Hobbema; Jan Wouants; Adriaan van de Velde 1639—1672; Carl Dujardin 1644—1687.

‡) Wunderbar phantastische Darstellungen der Dattelpalme, die in der Mitte der Laubfrone einen Anzweifeln, zeigt mir ein altes Bild von Cima da Conegliano aus der Schule des Bellino (Dresdner Gallerie 1835 No. 40).

||) N. a. D. No. 917.

Verdienst einer solchen Darstellung gehört wahrscheinlich, wie mich Waagen belehrt, dem niederländischen Maler Franz Post aus Harlem, der den Prinzen Moritz von Nassau nach Brasilien begleitete, wo dieser, mit den Erzeugnissen der Tropenwelt lebhaft beschäftigte Fürst in den Jahren 1637 bis 1644 holländischer Statthalter in den eroberten portugiesischen Besitzungen war. Post machte viele Jahre lang Studien nach der Natur am Vorgebirge San Augustin, in der Bucht Aller Heiligen, an den Ufern des Rio San Francisco und am unteren Laufe des Amazonenstroms *). Diese Studien wurden von ihm selbst theils als Gemälde ausgeführt, theils mit vielem Geiste radirt. Zu derselben Zeit gehören die in Dänemark (in einer Gallerie des schönen Schlosses Frederiksborg) aufbewahrten sehr ausgezeichneten großen Delbilder des Malers Eckhout, der 1641 sich ebenfalls mit Prinz Moritz von Nassau an der brasilianischen Küste befand. Palmen, Melonenbäume, Bananen und Heliconien sind überaus charakteristisch abgebildet: auch die Gestalten der Eingeborenen, buntgefiederte Vögel und kleine Quadrupeden.

Solchen Beispielen physiognomischer Naturdarstellung sind bis zu Cook's zweiter Weltumsegelung wenige begabte Künstler gefolgt. Was Hodges für die westlichen Inseln der Südsee, was unser vereinigter Landsmann Ferdinand Bauer für Neu-Holland und Van Diemens Land geleistet, haben in den neuesten Zeiten in viel größerem Style und mit höherer Meisterhaft für die amerikanische Tropenwelt Moritz Rugendas, der Graf Clarac, Ferdinand Bellermann und Eduard Hildebrandt, für viele andere Theile der Erde Hein-

*) Franz Post oder Poost war zu Harlem 1620 geboren. Er starb darselbst 1680. Sein Bruder begleitete ebenfalls den Grafen Moritz von Nassau als Architect. Von den Gemälden waren einige, die Ufer des Amazonenstroms darstellend, in der Bildergallerie von Schleibheim zu sehen; andere sind in Berlin, Hannover und Prag. Die radirten Blätter (in Barlaeus, Reise des Prinzen Moritz von Nassau, und in der königlichen Sammlung der Naturkunde zu Berlin, zeugen von schönem Naturgefühl in Auffassung der Küstenform, der Beschaffenheit des Bodens und der Vegetation. Sie stellen dar: Muscaren, Cactus, Palmen, Aicus-Arten mit den bekannten breitterartigen Auswüchsen am Fuß des Stammes, Rhiphoba und baumartige Gräser. Die malerische brasilianische Reise entzieht (Tafel LV) sonderbar genug mit einem deutschen Kiefernwalde, der das Schloß Wittenburg umgibt. — Die früher im Texte (S. 232) gemachte Bemerkung über den Einfluß, den die Gründung botanischer Gärten in Oberitalien gegen die Mitte des 16ten Jahrhunderts auf die physiognomische Kenntniß tropischer Pflanzengestaltung kann ausgedehnt haben, veranlaßt mich, in dieser Note an die wohlbe gründete Thatsache zu erinnern, daß der für die Belebung der Aristotelischen Philoioobie und der Naturkunde gleich verdiente Albertus Magnus im 13ten Jahrhunderte im Dominicaner-Kloster zu Eöln wahrscheinlich ein warmes Treibhaus besaß. Der berühmte, schon wegen seiner Sprechmaschine der Bauberkunst verdächtige Mann gab nämlich am 6. Januar 1249 dem römischen Könige Wilhelm von Holland bei seiner Durchreise ein Fest in einem weiten Raume des Klostersgartens, in dem er bei angenehmer Wärme Fruchtbäume und blühende Gewächse den Winter hindurch unterhielt. Die Erzählung dieses Gastmahls ins Wunderbare übertrieben findet sich in der Chronica Joannis de Beka aus der Mitte des 14ten Jahrhunderts. (Beka et Heda de Episcopis Ultrajectinis recogn. ab Arn. Buchelio 1643 p. 79; Jourdain, Recherches critiques sur l'age des traductions d'Aristotele 1819 p. 331; Buchle, Gesch. der Philosophie Th. V. S. 296.) Obgleich die Alten, wie einzelne Beispiele aus den Pompeianischen Ausgrabungen lehren, Glasröhren in Gebäuden anwendeten, so ist bisher doch wohl nichts aufgefunden worden, was in der antiken Kunstgärtnerie den Gebrauch von erwärmten Glas- und Treibhäusern bezeugte. Die

Wärmeleitung der caldaria in Bädern hätte auf Anlage solcher Treibereien und der Gewächshäuser leiten können, aber bei der Kürze des griechischen und italienischen Winters wurde das Bedürfniß der künstlichen Wärme im Gartenbau weniger gefühlt. Die Abonidogärten (κῆποι Ἀβονιδος) für den Sinn des Abonidiesfestes so bezeichnend, waren nach Bösch „Pflanzungen in kleinen Löwen, die ohne Zweifel den Garten darstellen sollten, in welchem Abrodithe sich zum Abonid gefellte, dem Symbol der schnell hinwelfenden Jugendblüthe, des üppigen Wachstums und des Vergehens. Die Abonien waren also ein Trauerfest der Weiber, eines jener Feste, durch welche das Alterthum die hinsterbende Natur betrauerte. Die wir von Treibhauspflanzen reden, im Gegenlage des Naturwüchsiggen, so haben die Alten oft sprüchwörtlich das Wort Abonidogarten gebraucht, um damit schnell Emporge sprossenes, aber nicht zu tüchtiger Reife und Dauer Gediehenes zu bezeichnen. Die Pflanzen, nicht vieljährige Blumen, nur Kattich, Fenchel, Gerste und Weizen, wurden mit eifriger Pflege zu schnellem Wachsthum gebracht; auch nicht im Winter, sondern im vollen Sommer, und in einer Zeit von acht Tagen.“ Kreuzer (Symbolik und Mythologie Th. II. 1841 S. 427, 430, 479 und 481) glaubt indeß, daß zur Beschleunigung des Wachstums der Pflanzen in den Abonidogärten „starke natürliche und auch wohl künstliche Wärme im Zimmer angewendet wurde.“ — Der Klostersgarten des Dominikaner-Klosters in Eöln erinnert übrigens an ein grönländisches oder isländisches Kloster des heil. Thomas, dessen immer schneelofer Garten durch natürliche heiße Quellen erwärmt war, wie die Fratelli Beni in ihren, freilich der geographischen Vertiklichkeit nach sehr problematischen Reisen (1388—1404) berichten. (Vergl. Zurlo, Viaggiatori Veneziani T. II. p. 63—69 und Symbolik, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II. p. 127. — In unseren botanischen Gärten scheint die Anlage eigentlicher Treibhäuser viel neuer zu sein, als man gewöhnlich glaubt. Reise Ananas wurden erst am Ende des 17ten Jahrhunderts erzielt (Vedman n, Geschichte der Erfindungen Ab. IV. S. 287); ja Linné behauptet sogar in der Musa Clisfortiana florens Hartecampi, daß man Pfirsang in Europa zum ersten Male zu Wien im Garten des Prinzen Eugen 1731 habe blühen sehen.

rich von Rittlitz, der Begleiter des russischen Admirals Lütke auf seiner Weltumseglung, gethan*).

Wer, empfänglich für die Naturschönheit von Berg-, Fluß- und Waldgegenden, die heiße Zone selbst durchwandert ist, wer Ueppigkeit und Mannigfaltigkeit der Vegetation nicht etwa bloß an den bebauten Küsten, sondern am Abhange der schneebedeckten Andes, des Himalaya und des mytorischen Nilgherry-Gebirges, oder in den Urwäldern des Flußneges zwischen dem Drinoco und Amazonenstrom gesehen hat; der allein kann fühlen, welch ein unabwegbares Feld der Landschaftsmalerei zwischen den Wendekreisen beider Continente oder in der Inselwelt von Sumatra, Borneo und den Philippinen zu eröffnen ist, wie das, was man bisher geistreiches und treffliches geleistet, nicht mit der Größe der Naturschätze verglichen werden kann, deren einst noch die Kunst sich zu bemächtigen vermag. Warum sollte unsere Hoffnung nicht gegründet sein, daß die Landschaftsmalerei zu einer neuen, nie gesehenen Herrlichkeit erblühen werde, wenn hochbegabte Künstler öfter die engen Grenzen des Mittelmeeres überschreiten können, wenn es ihnen gegeben sein wird, fern von der Küste mit der ursprünglichen Frische eines reinen jugendlichen Gemüthes, die vielgestaltete Natur in den feuchten Gebirgsthälern der Tropenwelt lebendig aufzufassen?

Jene herrlichen Regionen sind bisher meist nur von Reisenden besucht worden, denen Mangel an früher Kunstbildung und anderweitige wissenschaftliche Beschäftigung wenig Gelegenheit gaben sich als Landschaftsmaler zu vervollkommen. Die Wenigsten von ihnen mußten bei dem botanischen Interesse, welches die individuelle Form der Blüthen und Blätter erregte, den Totaleindruck der tropischen Zone aufzufassen. Oft wurden die Künstler, welche große auf Kosten des Staats ausgerüstete Expeditionen begleiten sollten, wie durch Zufall gewählt, und dann unvorbereitet befunden, als eine solche Bestimmung erheischt. Das Ende der Reise nähete dann heran, wenn die Talentvolleren unter ihnen, durch den langen Anblick großer Naturscenen und durch häufige Versuche der Nachbildung, eben angefangen hatten eine gewisse technische Meisterschaft zu erlangen. Auch sind die sogenannten Weltumseglungen wenig geeignet den Künstler in ein eigentliches Waldland oder zu dem oberen Laufe großer Flüsse, und auf den Gipfel innerer Gebirgsketten zu führen.

Skizzen, in Angesicht der Naturscenen gemalt, können allein dazu leiten den Charakter ferner Weltgegenden, nach der Rückkehr, in ausgeführten Landschaften wiederzugeben; sie werden es um so vollkommener thun, als neben denselben der begeisterte Künstler zugleich eine große Zahl einzelner Studien von Baumgipfeln, wohlbelaubten, blüthenreichen, fruchtbearbeiteten Zweigen, von umgestürzten Stämmen, die mit Pothos und Orchideen bedeckt sind, von Felsen, Uferstücken und Theilen des Waldbodens nach der Natur in freier Luft gezeichnet oder gemalt hat. Der Besitz solcher, in recht bestimmten Umrissen entworfenen Studien kann dem Heimkehrenden alle mißleitende Hülfe von Treibhaus-Gewächsen und sogenannten botanischen Abbildungen entbehrlich machen.

Eine große Weltbegebenheit, die Unabhängigkeit des spanischen und portugiesischen Amerika's von europäischer Herrschaft, die zunehmende Cultur in Indien, Neu-Holland, den Sandwich-Inseln und den südlichen Colonien von Afrika werden unausbleiblich, nicht der Meteorologie und beschreibenden Naturkunde allein, sondern auch der Landschaftsmalerei einen neuen, großartigen Charakter und einen Schwung geben, den sie ohne diese Local-

*) Diese Ansichten der Tropen-Vegetation, welche die Physiognomie der Gewächse charakterisiren, bilden in dem Königl. Museum zu Berlin (Abtheilung der Miniaturen, Sandzeichnungen und Kupferstiche) einen Kunstschatz, der seiner Eigenthümlichkeit und malerischen Mannigfaltigkeit nach bisher mit keiner anderen Sammlung verglichen werden kann. Des Freiherrn von Rittlitz'sche Blätter führen den Titel: Vegetations-An-

sichten der Küstenländer und Inseln des stillen Oceans, aufgenommen 1827—1829 auf der Entdeckungsreise der kais. russ. Corvette Senjavin (Siegen 1844). Von einer großen Naturwahrheit zeugen auch die Zeichnungen von Carl Bodmer, welche, meißterhaft geflossen, eine Aerie des großen Reisewerkes des Prinzen Maximilian zu Wied in das Innere von Nordamerika sind.

verhältnisse nicht erreichen würden. In Südamerika liegen volkreiche Städte fast bis zu 13000 Fuß Höhe über der Meeresfläche. Von da hinab bieten sich dem Auge alle klimatischen Abstufungen der Pflanzenformen dar. Wie viel ist nicht von malerischen Studien der Natur zu erwarten, wenn, nach geendigtem Bürgerzwiste und hergestellten freien Verfassungen, endlich einmal Kunstsinne in jenen Hochländern erwacht!

Alles, was sich auf den Ausdruck der Leidenschaften, auf die Schönheit menschlicher Form bezieht, hat in der temperirten nördlichen Zone, unter dem griechischen und hesperischen Himmel, seine höchste Vollendung erreichen können; aus den Tiefen seines Gemüths wie aus der sinnlichen Anschauung des eigenen Geschlechts ruft, schöpferisch frei und nachbildend zugleich, der Künstler die Typen historischer Darstellungen hervor. Die Landschaftsmalerei, welche eben so wenig bloß nachahmend ist, hat ein mehr materielles Substratum, ein mehr irdisches Treiben. Sie bedarf einer großen Masse und Mannigfaltigkeit unmittelbar sinnlicher Anschauung, die das Gemüth in sich aufnehmen und, durch eigene Kraft befruchtet, den Sinnen wie ein freies Kunstwerk wiedergeben soll. Der große Styl der heroischen Landschaft ist das Ergebniß einer tiefen Naturauffassung und jenes inneren geistigen Processes.

Allerdings ist die Natur in jedem Winkel der Erde ein Abglanz des Ganzen. Die Gestalten des Organismus wiederholen sich in anderen Verbindungen. Auch der eisige Norden erfreut sich Monate lang der krautbedeckten Erde, großblüthiger Alpenpflanzen und milder Himmelsbläue. Nur mit den einfacheren Gestalten der heimischen Floren vertraut, darum aber nicht ohne Tiefe des Gefühls und Fülle schöpferischer Einbildungskraft, hat bisher unter uns die Landschaftmalerei ihr anmuthiges Werk vollbracht. Bei dem Vaterländischen und dem Eingebürgerten des Pflanzenreichs verweilend, hat sie einen engeren Kreis durchlaufen; aber auch in diesem fanden hochbegabte Künstler, die Carracci, Gaspar Poussin, Claude Lorrain und Ruysdael Raum genug, um durch Wechsel der Baumgestalten und der Beleuchtung die glücklichsten und mannigfaltigsten Schöpfungen zauberisch hervorzurufen. Was die Kunst noch zu erwarten hat und worauf ich hindeuten mußte, um an den alten Bund des Naturwissens mit der Poesie und dem Kunstgefühl zu erinnern, wird den Ruhm jener Meisterwerke nicht schmälern; denn, wie wir schon oben bemerkt, in der Landschaftmalerei und in jedem anderen Zweige der Kunst ist zu unterscheiden zwischen dem, was beschränkterer Art die sinnliche Anschauung und die unmittelbare Beobachtung erzeugt, und dem, was Unbegrenztes aus der Tiefe der Empfindung und der Stärke idealisirender Geisteskraft aufsteigt. Das Großartige, was dieser schöpferischen Geisteskraft die Landschaftmalerei, als eine mehr oder minder begeisterte Naturdichtung, verdankt (ich erinnere hier an die Stufenfolge der Bauformen von Ruysdael und Everdingen durch Claude Lorrain bis zu Poussin und Hannibal Carracci hinauf), ist, wie der mit Phantasie begabte Mensch, etwas nicht an den Boden gefesseltes. Bei den großen Meistern der Kunst ist die örtliche Beschränkung nicht zu spüren; aber Erweiterung des sinnlichen Horizonts, Bekannthschaft mit edleren und größeren Naturformen, mit der üppigen Lebensfülle der Tropenwelt gewähren den Vortheil, daß sie nicht bloß auf die Bereicherung des materiellen Substrats der Landschaftmalerei, sondern auch dahin wirken bei minder begabten Künstlern die Empfindung lebendiger anzuregen und so die schaffende Kraft zu erhöhen.

Sei es mir erlaubt, hier an die Betrachtungen zu erinnern, welche ich fast vor einem halben Jahrhundert in einer wenig gelesenen Abhandlung: Ideen zu einer Physiognomie der Gewächse *) mitgetheilt habe, Betrachtungen, die in dem innigsten Zusammenhang mit den eben behandelten Gegenständen stehen. Wer die Natur mit einem Blicke zu umfassen und von Localphänomenen zu abstrahiren weiß, der erkennt, wie mit

*) Humboldt, Ansichten der Natur, 2te Ausg. 1826 Bd. I. S. 7, 16, 21, 36 und 42. Vergl. auch zwei sehr lehrreiche Schriften: Friedrich von Martius, Physiognomie des Pflanzenreichs in Brasilien 1824 und M. von Dörfers, allgemeine Uebersicht von Brasilien in Felsner's Reisen 1828 Th. I. S. 18—23.

Zunahme der belebenden Wärme von den Polen zum Aequator hin sich auch allmählig die organische Kraft und die Lebensfülle vermehren. Der Zauber der Natur nimmt in einem geringeren Maaße noch vom nördlichen Europa nach den schönen Küstenländern des Mittelmeeres, als von der iberischen Halbinsel, von Süd-Italien und Griechenland gegen die Tropenwelt zu. Ungleich ist der Teppich gewebt, den die blüthenreiche Flora über den nackten Erdkörper ausbreitet: dichter, wo die Sonne höher an dem dunkel-reinen oder von lichten Gewölk umflorten Himmel emporsteigt; lockerer gegen den trüben Norden hin, wo der wiederkehrende Frost bald die entwickelte Knospe tödtet, bald die reisende Frucht erhascht. Wenn in der kalten Zone die Baumrinde mit dürreri Flechten oder mit Laubmoosen bedeckt ist, so beleben, in der Zone der Palmen und der feingefiederten baumartigen Farren, Cymbidium und duftende Vanille den Stamm der Anacardien und riesenmäßiger Ficus-Arten. Das frische Grün der Dracontien und der tief eingeschnittenen Pothosblätter contrastirt mit den vielfarbigen Blüthen der Orchideen; rankende Bauhinen, Passiflora und gelbbühende Banisterien umschlingen, weit und hoch durch die Lüfte steigend, den Stamm der Waldbäume; zarte Blumen entfalten sich aus den Wurzeln der Theobromen wie aus der dichten und rauhen Rinde der Crescentien und der Gustavia. Bei dieser Fülle von Blüthen und Blättern, bei diesem üppigen Wuchse und der Verwirrung rankender Gewächse wird es oft dem Naturforscher schwer zu erkennen, welchem Stamme Blüthen und Blätter zugehören; ja ein einzelner Baum, mit Paulinien, Vignonien und Denbrobium geschmückt, bietet eine Fülle von Pflanzen dar, die, von einander getrennt, einen beträchtlichen Flächenraum bedecken würden.

Aber jedem Erdstrich sind eigene Schönheiten vorbehalten: den Tropen Mannigfaltigkeit und erhabene Größe der Pflanzengestalten, dem Norden der Anblick der Wiesen und das periodische, langersehnte Wiedererwachen der Natur beim ersten Wehen milder Frühlingelüste. So wie in den Musaceen (Pisanggewächsen) die höchste Ausdehnung, so ist in den Casuarinen und in den Nadelhölzern die höchste Zusammenziehung der Blattgefäße. Tannen, Thuja und Cypressen bilden eine nordische Form, welche in den ebenen Gegenden der Tropen sehr selten ist. Ihr ewig frisches Grün erheitert die öde Winterlandschaft; es verkündet gleichsam den nordischen Völkern, daß, wenn Schnee und Eis den Boden bedecken, das innere Leben der Pflanzen wie das promethäische Feuer nie auf unserem Planeten erlischt.

Jede Vegetationszone hat außer den ihr eigenen Vorzügen auch ihren eigenthümlichen Charakter, ruft andere Eindrücke in uns hervor. Wer fühlt sich nicht, um an uns nahe waterländische Pflanzenformen zu erinnern, anders gestimmt in dem dunklen Schatten der Buchen, auf Hügeln, die mit einzelnen Tannen bekränzt sind, und auf der weiten Grasflur, wo der Wind in dem zitternden Laube der Birken säuselt? So wie man an einzelnen organischen Wesen eine bestimmte Physiognomie erkennt, wie beschreibende Botanik und Zoologie im engeren Sinne des Worts Zergliederung der Thier- und Pflanzenformen sind, so giebt es auch eine gewisse Naturphysiognomie, welche jedem Himmelsstriche ausschließlich zukommt. Was der Künstler mit den Ausdrücken: Schweizernatur, italiänischer Himmel bezeichnet, gründet sich auf das dunkle Gefühl eines localen Naturcharakters. Himmelsbläue, Wolkengestaltung, Duft, der auf der Ferne ruht, Saftfülle der Kräuter, Glanz des Laubes, Umriß der Berge sind die Elemente, welche den Totaleindruck einer Gegend bestimmen. Diesen aufzufassen und anschaulich wiederzugeben ist die Aufgabe der Landschaftsmalerei. Dem Künstler ist es verliehen die Gruppen zu zergliedern, und unter seiner Hand löst sich (wenn ich den figürlichen Ausdruck wagen darf) das große Zauberbild der Natur, gleich den geschriftlenen Werken der Menschen, in wenige einfache Züge auf.

Aber auch in dem jetzigen unvollkommenen Zustande bildlicher Darstellungen der Landschaft, die unsere Reiseberichte als Kupfer begleiten, ja nur zu oft verunstalten, haben sie doch nicht wenig zur physiognomischen Kenntniß ferner Zonen, zu dem Hang nach Reisen in die Tropenwelt und zu thätigerem Naturstudium beigetragen. Die Vervollkommnung

der Landschaftmalerei in großen Dimensionen (als Decorationsmalerei, als Panorama, Diorama und Neorama) hat in neueren Zeiten zugleich die Allgemeinheit und die Stärke des Eindrucks vermehrt. Was Vitruvius und der Aegyptier Julius Pollux als „ländliche (satyrische) Verzierungen der Bühne“ schildern, was in der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts, durch Serlio's Coulißen-Einrichtungen, die Sinnestäuschung vermehrte, kann jetzt, seit Prevost's und Daguerre's Meisterwerken, in Parker'schen Rundgemälden, die Wanderung durch verschiedenartige Klimate fast ersetzen. Die Rundgemälde leisten mehr als die Bühnentechnik, weil der Beschauer, wie in einen magischen Kreis gebannt und aller störenden Realität entzogen, sich von der fremden Natur selbst umgeben wähnt. Sie lassen Erinnerungen zurück, die nach Jahren sich vor der Seele mit den wirklich gesehenen Naturscenen wundersam täuschend vermengen. Bisher sind Panoramen, welche nur wirken, wenn sie einen großen Durchmesser haben, mehr auf Ansichten von Städten und bewohnten Gegenden als auf solche Scenen angewendet worden, in denen die Natur in wilder Ueppigkeit und Lebensfülle prangt. Physiognomische Studien, an den schroffen Berggehängen des Himalaya und der Cordilleren oder in dem Inneren der indischen und südamerikanischen Flußwelt entworfen, ja durch Lichtbilder berechtigt, in denen nicht das Laubdach, aber die Form der Niesenstämme und der charakteristischen Verzweigung sich unübertrefflich darstellt, würden einen magischen Effect hervorbringen.

Alle diese Mittel, deren Ausföhlung recht wesentlich in ein Buch vom Kosmos gehört, sind vorzüglich geeignet die Liebe zum Naturstudium zu erhöhen; ja die Kenntniß und das Gefühl von der erhabenen Größe der Schöpfung würden kräftig vermehrt werden, wenn man in großen Städten neben den Museen, und wie diese dem Volke frei geöffnet, eine Zahl von Rundgebäuden auführte, welche wechselnd Landschaften aus verschiedenen geographischen Breiten und aus verschiedenen Höhenzonen darstellten. Der Begriff eines Naturganzes, das Gefühl der Einheit und des harmonischen Einklanges im Kosmos werden um so lebendiger unter den Menschen, als sich die Mittel vervielfältigen die Gesamtheit der Naturerscheinungen zu anschaulichen Bildern zu gestalten.



III. Kultur von Tropengewächsen — Contrastirende Zusammenstellung der Pflanzengestalten — Eindruck des physiognomischen Charakters der Vegetation, so weit Pflanzungen diesen Eindruck hervorbringen können.

Die Wirkung der Landschaftmalerei ist, trotz der Vervielfältigung ihrer Erzeugnisse durch Kupferstiche und durch die neueste Vervollkommnung der Lithographie, doch beschränkter und minder anregend als der Eindruck, welchen der unmittelbare Anblick erotischer Pflanzengruppen in Gewächshäusern und freien Anlagen auf die für Naturschönheit empfänglichen Gemüther macht. Ich habe mich schon früher auf meine eigene Jugenderfahrung berufen; ich habe daran erinnert, wie der Anblick eines colossalen Drachenbaums und einer Fächerpalme in einem alten Thurm des botanischen Gartens bei Berlin den ersten Keim unwiderstehlicher Sehnsucht nach fernen Reisen in mich gelegt hatte. Wer ernst in seinen Erinnerungen zu dem hinaufsteigen kann, was den ersten Anlaß zu einer ganzen Lebensbestimmung gab, wird diese Macht sinnlicher Eindrücke nicht verkennen.

Ich unterscheide hier den pittoresken Eindruck der Pflanzengestaltung von den Hilfsmitteln des anschaulichen botanischen Studiums; ich unterscheide Pflanzengruppen, die durch Größe und Masse sich auszeichnen (an einander gedrängte Gruppen von Pisang und Heliconien, abwechselnd mit Corypha-Palmen, Araucarien und Mimosaecen; moosbedeckte Stämme, aus denen Dracontien, feinlaubige Farnkräuter und blüthenreiche Orchideen hervorsprossen), von der Fülle einzeln stehender niederer Kräuter, welche familienweise in Reihen zum Unterricht in der beschreibenden und systematischen Botanik cultivirt werden.

Dort ist die Betrachtung vorzugsweise geleitet auf die üppige Entwicklung der Vegetation in Cecropien, Carolineen und leichtgefiederten Bambusen; auf die malerische Zusammenstellung großer und edler Formen, wie sie den oberen Drinoco oder die von Martius und Eduard Pöppig so naturwahr beschriebenen Waldufer des Amazonasflusses und des Hualaga schmücken; auf die Eindrücke, welche das Gemüth mit Sehnsucht nach den Ländern erfüllen, in denen der Strom des Lebens reicher fließt und deren Herrlichkeit unsere Gewächshäuser (einst Krankenanstalten für halbbelebte gährende Pflanzenstoffe) in schwachem, doch freudigem Abglanze darbieten.

Der Landschaftsmalerei ist es allerdings gegeben ein reicheres, vollständigeres Naturbild zu liefern, als die künstlichste Gruppierung cultivirter Gewächse es zu thun vermag. Die Landschaftsmalerei gebietet zauberisch über Masse und Form. Fast unbeschränkt im Raume, verfolgt sie den Saum des Waldes bis in den Dufte der Ferne; sie stürzt den Bergstrom herab von Klippe zu Klippe, und ergießt das tiefe Blau des tropischen Himmels über die Gipfel der Palmen wie über die wogende, den Horizont begrenzende Grasflur. Die Beleuchtung und die Färbung, welche das Licht des dünnverschleierten oder reinen Himmels unter den Wendekreisen über alle irdischen Gegenstände verbreitet, giebt der Landschaftsmalerei, wenn es dem Pinsel gelingt, diesen milden Lichteffect nachzuahmen, eine eigenenthümliche, geheimnißvolle Macht. Bei tiefer Kenntniß von dem Wesen des griechischen Trauerspiels hat man sinnig den Zauber des Chors in seiner allvermittelnden Wirkungsweise mit dem Himmel in der Landschaft verglichen*).

Die Vervielfältigung der Mittel, welche der Malerei zu Gebote steht, um die Phantasie anzuregen und die großartigsten Erscheinungen von Meer und Land gleichsam auf einen kleinen Raum zu concentriren, ist unseren Pflanzungen und Gartenanlagen versagt; aber wo in diesen der Totaleindruck des Landschaftlichen geringer ist, entschädigen sie im einzelnen durch die Herrschaft, welche überall die Wirklichkeit über die Sinne ausübt. Wenn man in dem Palmenhause von Loddiges oder in dem der Pfaueninsel bei Potsdam (einem Denkmal von dem einfachen Naturgefühl unseres edlen, hingeschiedenen Monarchen) von dem hohen Altane bei heller Mittagssonne auf die Fülle schilf- und baumartiger Palmen herabblückt, so ist man auf Augenblicke über die Dertlichkeit, in der man sich befindet, vollkommen getäuscht. Man glaubt unter dem Tropen-Klima selbst, von dem Gipfel eines Hügels herab, ein kleines Palmengebüsch zu sehen. Man entbehrt freilich den Anblick der tiefen Himmelsbläue, den Eindruck einer größeren Intensität des Lichtes; dennoch ist die Einbildungskraft hier noch thätiger, die Illusion größer als bei dem vollkommensten Gemälde. Man knüpft an jede Pflanzenform die Wunder einer fernen Welt; man vernimmt das Rauschen der fächerartigen Blätter, man sieht ihre wechselnd schwindende Erleuchtung, wenn von kleinen Luftströmen sanft bewegt, die Palmengipfel wogend einander berühren. So groß ist der Reiz, den die Wirklichkeit gewähren kann, wenn auch die Erinnerung an die künstliche Treibhaus-Pflege wiederum störend einwirkt. Vollkommenes Gedeihen und Freiheit sind unzertrennliche Ideen auch in der Natur; und für den eifrigen, vielgereisten Botaniker haben die getrockneten Pflanzen eines Herbariums, wenn sie auf den Cordilleren von Südamerika oder in den Ebenen Indiens gesammelt wurden, oft mehr Werth als der Anblick derselben Pflanzenart, wenn sie einem europäischen Gewächshause entnommen ist. Die Cultur verwischt etwas von dem ursprünglichen Naturcharakter: sie stört in der gefesselten Organisation die freie Entwicklung der Theile.

Die physiognomische Gestaltung der Gewächse und ihre contrastirende Zusammenstellung ist aber nicht bloß ein Gegenstand des Naturstudiums oder ein Anregungsmittel zu demselben; die Aufmerksamkeit, welche man der Pflanzenphysiognomie schenkt, ist auch von großer Wichtigkeit für die Landschaft-Gärtnerie, d. h. für die Kunst eine Garten-

*) Wilhelm von Humboldt in seinem Briefwechsel mit Schiller 1830 S. 470.

Landschaft zu componiren. Ich widerstehe der Versuchung, in dieses, freilich nahe gelegene Feld überzuschweifen, und begnüge mich hier nur in Erinnerung zu bringen, daß, wie wir bereits in dem Anfange dieser Abhandlung Gelegenheit fanden die häufigeren Ausbrüche eines tiefen Naturgefühls bei den semitischen, indischen und iranischen Völkern zu preisen, so uns auch die Geschichte die frühesten Parkanlagen im mittleren und südlichen Asien zeige. Semiramis hatte am Fuß des Berges Bagistanos Gärten anlegen lassen, welche Diodor beschreibt*) und deren Ruf Alexander, auf seinem Zuge von Kelonä nach den Nyssäischen Pferdeweiden, veranlaßte sich von dem geraden Wege zu entfernen. Die Parkanlagen der persischen Könige waren mit Cypressen geschmückt, deren obeliskentartige Gestalt an Feuerflammen erinnerte und die deshalb nach der Erscheinung des Zerduscht (Zoroaster) zuerst von Gutschasp um das Heiligthum der Feuertempel gepflanzt wurden. So leitete die Baumform selbst auf die Mythe von dem Ursprunge der Cypresse aus dem Paradiese †). Die asiatischen irdischen Paradiese (παράδεισοι) hatten schon früh einen Ruf in den westlichen Ländern ‡); ja der Baumdienst steigt bei den Iranern bis zu den Vorschriften des Hom, des im Zend-Avesta angerufenen Verkünders des alten Gesetzes, hinauf. Man kennt aus Herodot die Freude, welche Keres noch an der großen Platane in Lydien hatte ||), die er mit goldenem Schmuck beschenkte und der er in der Person eines der „zehntausend Unsterblichen“ einen eigenen Wächter gab. Die uralte Verehrung der Bäume hing, wegen des erquickenden und feuchten Schattens eines Laubdaches, mit dem Dienste der heiligen Quellen zusammen.

In einen solchen Kreis des ursprünglichen Naturdienstes gehören bei den hellenischen Völkern der Ruf des wundergroßen Palmbaums auf Delos wie der einer alten Platane in Arcadien. Die Buddhisten auf Ceylon verehren den colossalen indischen Feigenbaum (Banyane) von Anuraddepura. Es soll derselbe aus Zweigen des Urstammes entsprossen sein, unter welchem Buddha, als Bewohner des alten Magadha, in Seligkeit (Selbstverlöschung, nirwāna) versunken war ¶). So wie einzelne Bäume wegen ihrer schönen Gestalt ein Gegenstand der Heiligung waren, so wurden es Gruppen von Bäumen als Haine der Götter. Pausanias ist voll des Lobes von einem Haine des Apollotempels zu Grynion in Aeolis**); der Hain von Kolonos wird in dem berühmten Chore des Sophokles geistert.

*) Diodor II. 13. Er giebt aber dem berühmten Garten der Semiramis nur 12 Stadien im Umkreise. Die Vaseggen des Bagistanos heißt nach der Vögen oder Umfang des Gartens, Taak-i Bostan (Tropfen, Gesch. Alexanders des Großen 1833 S. 553.)

†) Im Schahnameh des Firdusi heißt es: „Eine schlafte Cypresse, dem Paradiese entsprossen, pflanzte Zerduscht vor die Thür des Feuertempels (zu Kischner in Chorasän). Geschrieben hatte er auf diese hohe Cypresse: Gutschasp habe angenommen den guten Glauben; ein Zeuge ward somit der schlafte Baum; so verbreitet Gott die Gerechtigkeit. Als viele Jahre darüber verfloßen waren, entsaltete sich die hohe Cypresse und ward so groß, daß des Jägers Fangschnur ihren Umfang nicht besaße. Als ihren Gipfel vielfaches Gesezweige umgah, umschloß er sie mit einem Pallast von reinem Golde . . . und ließ ausbreiten in der Welt: wo auf Erden giebt es eine Cypresse wie die von Kischmer? Aus dem Paradiese sandte sie mir Gott und sprach: neige dich von dort zum Paradiese.“ Als der Chalis Motewessil die den Magiern heilige Cypresse abhauen ließ, gab man ihr ein Alter von 1450 Jahren.) Vergl. Buller 8, Fragmente über die Religion des Zoroaster 1831 S. 71 und 114; Ritter, Erdkunde Th. VI, 1, S. 242. Die ursprüngliche Heimath der Cypresse (arab. Arakholz, persisch serw kubi) schienen die Gebirge von Busch weßlich von Serat zu sein; s. Chrissi, Geogr. trad. par. Jaubert 1836 T. I. p. 464.

‡) Achill Tat. I, 25; Longus Past. IV p. 108

Schäfer. „Gesenius Thes. linguae hebr. T. II. p. 1124) stellt sehr richtig die Ansicht auf, daß das Wort Paradies ursprünglich der alt-persischen Sprache angehört habe; in der neu-persischen Sprache ist sein Gebrauch verloren gegangen. Firdusi (obgleich sein Name selbst daher genommen) bedient sich gewöhnlich nur des Wortes behisch; aber für den alt-persischen Ursprung zeugen sehr ausdrücklich Pollux im Onomast. IX, 3 und Xenophon, Oecon. 4, 13 und 21; Anab. I, 2, 7 und I. 4, 10; Cyrop. I, 4, 5. Als Lustgarten oder Garten ist wahrscheinlich aus dem Persischen das Wort in das Hebräische (pardes Cant. 4, 13; Nehem. 2, 8 und Becl. 2, 6), Arabische (firdaus, Plur. faradisa, vergl. Alooran 23, 11 und Luc. 23, 43), Syrische und Armenische (partōs, s. Ciacafar, Dictionario armeno 1837 p. 1194 und Schröder, Thes. ling. armen. 1711 praef. p. 56) übergegangen. Die Ableitung des persischen Wortes aus dem Sanskrit (pradēsa oder paradēsa, Bezirk, Gegend oder Ausland), welche Benfey (Griech. Wurzel-Lexikon Bd. I. 1839 S. 138), Böhlen und Gesenius auch schon anführen, trifft der Form nach vollkommen, der Bedeutung nach aber wenig zu.“ — Buschmann.

§) Herod. VII, 31 (zwischen Kallatebus und Sardes).

¶) Ritter, Erdkunde Th. IV, 2, S. 237, 251 und 681; Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. S. 260.

***) Pausanias I. 21, 9. Vergl. auch Arboretum sacrum in Meursii Opp. ex recensione Joann. Lami Vol. X (Florent. 1753) p. 777—844.

Wie nun das Naturgefühl sich in der Auswahl und sorgfältigen Pflege geheiligter Gegenstände des Pflanzenreichs ausdrückte, so offenbarte es sich noch lebendiger und mannigfaltiger in den Gartenanlagen früh cultivirter ostasiatischer Völker. In dem fernsten Theile des alten Continents scheinen die chinesischen Gärten sich am meisten dem genähert zu haben, was wir jetzt englische Parks zu nennen pflegen. Unter der siegreichen Dynastie der Han hatten freie Gartenanlagen so viele Meilen im Umfange, daß der Ackerbau durch sie gefährdet*) und das Volk zum Aufrehr angeregt wurde. „Was sucht man,“ sagt ein alter Chinesischer Schriftsteller, Lieu-tscheu, „in der Freude an einem Lustgarten? In allen Jahrhunderten ist man darin übereingekommen, daß die Pflanzung den Menschen für alles Anmuthige entschädigen soll, was ihm die Entfernung von dem Leben in der freien Natur, seinem eigentlichen und liebsten Aufenthalte, entzieht. Die Kunst den Garten anzulegen besteht also in dem Bestreben Heiterkeit (der Aussicht), Ueppigkeit des Wachstums, Schatten, Einsamkeit und Ruhe so zu vereinigen, daß durch den ländlichen Anblick die Sinne getäuscht werden. Die Mannigfaltigkeit, welche der Hauptvorzug der freien Landschaft ist, muß also gesucht werden in der Auswahl des Bodens, in dem Wechsel von Hügelketten und Thalschluchten, von Bächen und Seen, die mit Wasserpflanzen bedeckt sind. Alle Symmetrie ist ermüdend; Ueberdruß und Langeweile werden in Gärten erzeugt, in welchen jede Anlage Zwang und Kunst verräth†).“ Eine Beschreibung, welche uns Sir George Staunton von dem großen kaiserlichen Garten von Zhe-hol‡) nördlich von der chinesischen Mauer gegeben hat, entspricht jenen Vorschriften des Lieu-tscheu: Vorschriften, denen einer unserer geistreichen Zeitgenossen, der Schöpfer des anmuthigen Parks von Muskau||), seinen Beifall nicht versagen wird.

In dem großen beschreibenden Gedichte, in welchem der Kaiser Kien-long um die Mitte des verflossenen Jahrhunderts die ehemalige mandschuische Residenzstadt Mulden und die Gräber seiner Vorfahren verherrlichen wollte, spricht sich ebenfalls die innigste Liebe zu einer freien, durch die Kunst nur sehr theilweise verschönerten Natur aus. Der poetische Herrscher weiß in gestaltender Anschaulichkeit zu verschmelzen die heiteren Bilder von der üppigen Frische der Wiesen, von waldbekränzten Hügeln und friedlichen Menschenwohnungen mit dem ernsten Bilde der Grabstätte seiner Ahnherrn. Die Opfer, welche er diesen bringt, nach den von Confucius vorgeschriebenen Riten, die fromme Erinnerung an die hingeschiedenen Monarchen und Krieger sind der eigentliche Zweck dieser merkwürdigen Dichtung. Eine lange Aufzählung der wildwachsenden Pflanzen, wie der Thiere, welche die Gegend beleben, ist, wie alles didactische, ermüdend; aber das Verweben des sinnlichen Eindrucks von der Landschaft, die gleichsam nur als Hintergrund des Gemäldes dient, mit erhabenen Objecten der Ideenwelt, mit der Erfüllung religiöser Pflichten, mit Erwähnung großer geschichtlicher Ereignisse giebt der ganzen Composition einen eigenthümlichen Charakter. Die bei dem chinesischen Volke so tief eingewurzelte Heiligung der Berge führt Kien-long zu sorgfältigen Schilderungen der Physiognomie der unbelebten Natur, für welche die Griechen und Römer keinen Sinn hatten. Auch die Gestaltung der einzelnen Bäume, die Art ihrer Verzweigung, die Richtung der Aeste, die Form ihres Laubes werden mit besonderer Vorliebe behandelt¶).

Wenn ich der, leider! zu langsam unter uns verschwindenden Abneigung gegen die chinesische Literatur nicht nachgebe und bei den Naturansichten eines Zeitgenossen Friedrichs

*) Notice historique sur les Jardins des Chinois in den Mémoires concernant les Chinois T. VIII. p. 309.

†) A. a. O. p. 318—320.

‡) Sir George Staunton, Account of the Embassy of the Earl of Macartney to China Vol. II. p. 245.

§) Fürst von Pückler-Muskau, Andeutungen über Landschaftsgärtnerei 1834; vergl. damit seine materiellen Beschreibungen der alten und neuen englischen Parks wie die der ägyptischen Gärten von Schabra.

¶) Éloge de la Ville de Moukden, poëme composé par l'Empereur Kien-long, traduit par le P. Amiot 1770 p. 18, 22—25, 37, 63—66, 73—87, 104 und 120.

des Großen nur zu lange verweilt bin, so ist es hier um so mehr meine Pflicht sieben und ein halbes Jahrhundert weiter hinaufzusteigen und an das Gartengebüdt des See-ma-kuang, eines berühmten Staatsmannes, zu erinnern. Die Anlagen, welche das Gedicht beschreibt, sind freilich theilweise voller Baulichkeiten, nach Art der alten italienischen Villen; aber der Minister besingt auch eine Einsiedelei, die zwischen Felsen liegt und von hohen Tannen umgeben ist. Er lobt die freie Aussicht auf den breiten, vielbeschifften Strom Klang; er fürchtet selbst die Freunde nicht, wenn sie kommen, ihm ihre Gedichte vorzulesen, weil sie auch die seinigen anhören *). See-ma-kuang schrieb um das Jahr 1086, als in Deutschland die Poesie, in den Händen einer rohen Geistlichkeit, nicht einmal in der vaterländischen Sprache auftrat.

Damals, und vielleicht ein halbes Jahrtausend früher, waren die Bewohner von China, Hinterindien und Japan schon mit einer großen Mannigfaltigkeit von Pflanzenformen bekannt. Der innige Zusammenhang, welcher sich zwischen den buddhistischen Mönchsanstalten erhielt, übte auch in diesem Punkte seinen Einfluß aus. Tempel, Klöster und Begräbnißplätze wurden von Gartenanlagen umgeben, welche mit ausländischen Bäumen und einem Teppich vielfarbiger, vielgestalteter Blumen geschmückt waren. Indische Pflanzen wurden früh schon nach China, Korea und Nipon verbreitet. Siebold, dessen Schriften einen weitumfassenden Ueberblick aller japanischen Verhältnisse liefern, hat zuerst auf die Ursach einer Vermischung der Floren entlegener buddhistischer Länder aufmerksam gemacht †).

Der Reichthum von charakteristischen Pflanzenformen, welche unsere Zeit der wissenschaftlichen Beobachtung wie der Landschaftsmalerei darbietet, muß lebhaft anreizen den Quellen nachzuspüren, welche uns diese Erkenntniß und diesen Naturgenuß bereiten. Die Aufzählung dieser Quellen bleibt der nächstfolgenden Abtheilung dieses Werkes, der Geschichte der Weltanschauung, vorbehalten. Hier kam es darauf an in dem Refler der Außenwelt auf das Innere des Menschen, auf seine geistige Thätigkeit und seine Empfindungsweise die Anregungsmittel zu schildern, welche bei fortschreitender Cultur so mächtig auf die Belebung des Naturstudiums eingewirkt haben. Die urtiefte Kraft der Organisation fesselt, trotz einer gewissen Freiwilligkeit im Entfalten einzelner Theile, alle thierische und vegetabilische Gestaltung an feste, ewig wiederkehrende Typen; sie bestimmt in jeder Zone den ihr eingepprägten, eigenthümlichen Charakter, d. i. die Physiognomie der Natur. Deshalb gehört es unter die schönsten Früchte europäischer Völkerbildung, daß es dem Menschen möglich geworden, sich fast überall, wo ihn schmerzliche Entbehrung bedroht, durch Cultur und Gruppierung erotischer Gewächse, durch den Zauber der Landschaftsmalerei und durch die Kraft des begeisterten Wortes einen Theil des Naturgenusses zu verschaffen, den auf fernen, oft gefährvollen Reisen durch das Innere der Continente die wirkliche Anschauung gewährt.

*) Mémoires concernant les Chinois T. II. p. 643—650.

†) Ph. Fr. von Siebold, Kruidkundige Naamlijst van japansehe en chineesche Planten 1844 p. 4. Welch ein Abwand, wenn man die Mannigfaltigkeit der in Ost-Asien seit so vielen Jahrhunderten cultivirten Pflanzenformen mit dem Material vergleicht, das Colu mella in seinem nüchternen Gedichte do cultu

hortorum (v. 95—105, 174—176, 255—271, 295—306) aufzählt und auf welches zu Athen die berühmtesten Kranzwinderrinnen beschränkt waren! Erst unter den Ptolemäern scheint in Aegypten, besonders in Alexandrien, das Bestreben nach Mannigfaltigkeit und Winter-Cultur bei den Kunstgärtnern größer geworden zu sein. (Vergl. Athen. V p. 196.)

Geschichte der physischen Weltanschauung.

Hauptmomente der allmäligen Entwicklung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos, als einem Naturganzen.

Die Geschichte der physischen Weltanschauung ist die Geschichte der Erkenntniß eines Naturganzen, die Darstellung des Strebens der Menschheit, das Zusammenwirken der Kräfte in dem Erd- und Himmelsraume zu begreifen; sie bezeichnet demnach die Epochen des Fortschrittes in der Verallgemeinerung der Ansichten, sie ist ein Theil der Geschichte unserer Gedankenwelt, in so fern dieser Theil sich auf die Gegenstände sinnlicher Erscheinung, auf die Gestaltung der geballten Materie und die ihr inwohnenden Kräfte bezieht.

In dem ersten Buche dieses Werkes, in dem Abschnitt über die Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Weltbeschreibung, glaube ich deutlich entwickelt zu haben, wie die einzelnen Naturwissenschaften sich zur Weltbeschreibung, d. h. zur Lehre vom Kosmos (vom Weltganzen), verhalten, wie diese Lehre aus jenen Disciplinen nur die Materialien zu ihrer wissenschaftlichen Begründung schöpfe*). Die Geschichte der Erkenntniß des Weltganzen, zu welcher ich hier die leitenden Ideen darlege und welche ich der Kürze wegen bald Geschichte des Kosmos, bald Geschichte der physischen Weltanschauung nenne, darf also nicht verwechselt werden mit der Geschichte der Naturwissenschaften, wie sie mehrere unserer vorzüglichsten Lehrbücher der Physik oder die der Morphologie der Pflanzen und Thiere liefern.

Um Rechenschaft von der Bedeutung dessen zu geben, was hier unter den Gesichtspunkt einzelner historischer Momente zusammenzustellen ist, scheint es am geeignetsten beispielsweise aufzuführen, was nach dem Zweck dieser Blätter behandelt oder ausgeschlossen werden muß. In die Geschichte des Naturganzen gehören die Entdeckungen des zusammengesetzten Microscops, des Fernrohrs und der farbigen Polarisation: weil sie Mittel verschafft haben das, was allen Organismen gemeinsam ist, aufzufinden, in die fernsten Himmelsräume zu bringen und das erborgte, reflectirte Licht von dem selbstleuchtenden Körper zu unterscheiden, d. i. zu bestimmen, ob das Sonnenlicht aus einer festen Masse oder aus einer gasförmigen Umhüllung austrahle. Die Aufzählung der Versuche aber, welche seit Huygens allmählig auf Arago's Entdeckung der farbigen Polarisation geleitet haben, werden der Geschichte der Optik vorbehalten. Eben so verbleibt der Geschichte der Phytognosie oder Botanik die Entwicklung der Grundsätze, nach denen die Masse vielgestalteter Gewächse sich in Familien an einander reihen läßt: während die Geographie der Pflanzen, oder die Einsicht in die örtliche und klimatische Vertheilung der Vegetation über den ganzen Erdkörper, über die Feste und das algenreiche Becken der Meere, einen wichtigen Abschnitt in der Geschichte der physischen Weltanschauung ausmacht.

Die denkende Betrachtung dessen, was die Menschen zur Einsicht eines Naturganzen geführt hat, ist eben so wenig die ganze Culturgeschichte der Menschheit als sie, wie wir eben erinnert haben, eine Geschichte der Naturwissenschaften genannt werden kann. Allerdings ist die Einsicht in den Zusammenhang der lebendigen Kräfte des Weltalls als die edelste Frucht der menschlichen Cultur, als das Streben nach dem höchsten Gipfel, welchen die Vervollkommnung und Ausbildung der Intelligenz erreichen kann, zu

*) Kosmos Buch I. S. 25—28.

betrachten; aber das, wovon wir hier Andeutungen geben, ist nur ein Theil der Culturgeschichte selbst. Diese umfaßt gleichzeitig, was den Fortschritt der einzelnen Völker nach allen Richtungen erhöhter Geistesbildung und Sittlichkeit bezeichnet. Wir gewinnen nach einem eingeschränkten physikalischen Gesichtspunkte der Geschichte des menschlichen Wissens nur eine Seite ab; wir heften vorzugsweise den Blick auf das Verhältniß des allmählig Ergründeten zum Naturganzen; wir beharren minder bei der Erweiterung der einzelnen Disciplinen als bei Resultaten, welche einer Veralgemeinerung fähig sind oder kräftige materielle Hülfsmittel zu genauerer Beobachtung der Natur in verschiedenen Zeitaltern geliefert haben.

Vor allem müssen sorgfältig ein frühes Abnden und ein wirkliches Wissen scharf von einander getrennt werden. Mit der zunehmenden Cultur des Menschengeschlechts geht von dem ersten vieles in das zweite über und ein solcher Uebergang verdunkelt die Geschichte der Erfindungen. Eine sinnige, ideelle Verknüpfung des früher Ergründeten leitet oft fast unbewußt das Abdingungsvermögen und erhöht dasselbe wie durch eine begeistigende Kraft. Wie manches ist bei Indern und Griechen, wie manches im Mittelalter über den Zusammenhang von Naturerscheinungen ausgesprochen worden, erst unerwiesen und mit dem Unbegreiflichen vermengt, aber in späterer Zeit auf sichere Erfahrung gestützt und dann wissenschaftlich erkannt! Die abnendende Phantasie, die allbelebende Thätigkeit des Geistes, welche in Plato, in Columbus, in Kepler gewirkt hat, darf nicht angeklagt werden, als habe sie in dem Gebiet der Wissenschaft nichts geschaffen, als müsse sie nothwendig ihrem Wesen nach von der Ergründung des Wirklichen abziehen.

Da wir die Geschichte der physischen Weltanschauung als die Geschichte der Erkenntniß eines Naturganzen, gleichsam als die Geschichte des Gedankens von der Einheit in den Erscheinungen und von dem Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, definirt haben, so kann die Behandlungsweise dieser Geschichte nur in der Aufzählung dessen bestehen, wodurch der Begriff von der Einheit der Erscheinungen sich allmählig ausgebildet hat. Wir unterscheiden in dieser Hinsicht: 1) das selbstständige Streben der Vernunft nach Erkenntniß von Naturgesetzen, also eine denkende Betrachtung der Naturerscheinungen; 2) die Weltbegebenheiten, welche plötzlich den Horizont der Beobachtung erweitert haben; 3) die Erfindung neuer Mittel sinnlicher Wahrnehmung, gleichsam die Erfindung neuer Organe, welche den Menschen mit den irdischen Gegenständen wie mit den fernsten Welträumen in näheren Verkehr bringen, welche die Beobachtung schärfen und vervielfältigen. Dieser dreifache Gesichtspunkt muß uns leiten, wenn wir die Hauptepochen (Hauptmomente) bestimmen, welche die Geschichte der Lehre vom Kosmos zu durchlaufen hat. Um das Gesagte zu erläutern, wollen wir hier wiederum solche Beispiele anführen, welche die Verschiedenheit der Mittel charakterisiren, durch welche die Menschheit allmählig zum intellectuellen Besitz von einem großen Theile der Welt gelangt ist: Beispiele von erweiterter Naturkenntniß, von großen Begebenheiten und von der Erfindung neuer Organe.

Die Kenntniß der Natur, als älteste Physik der Hellenen, war mehr aus inneren Anschauungen, aus der Tiefe des Gemüths als aus der Wahrnehmung der Erscheinungen geschöpft. Die Naturphilosophie der ionischen Physiologen ist auf den Urgrund des Entstehens, auf den Formenwechsel eines einigen Grundstoffes gerichtet; in der mathematischen Symbolik des Pythagoreer, in ihren Betrachtungen über Zahl und Gestalt offenbart sich dagegen eine Philosophie des Maages und der Harmonie. Indem die dorisch-italische Schule überall numerische Elemente sucht, hat sie von dieser Seite, durch eine gewisse Vorliebe für die Zahlenverhältnisse, die sie im Raum und in der Zeit erkennt, gleichsam den Grund zur späteren Ausbildung unserer Erfahrungswissenschaften gelegt. Die Geschichte der Weltanschauung, wie ich sie auffasse, bezeichnet nicht sowohl die oft wiederkehrenden Schwankungen zwischen Wahrheit und Irrthum, als die

Hauptmomente der allmählichen Annäherungen an die Wahrheit, an die richtige Ansicht der irdischen Kräfte und des Planetensystems. Sie zeigt uns, wie die Pythagoreer, nach dem Berichte des Philolaus aus Croton, die fortschreitende Bewegung der nicht rotirenden Erde, ihren Kreislauf um den Welttheer (das Centralfeuer, Hestia) lehrten: wenn Plato und Aristoteles sich die Erde weder als rotirend noch fortschreitend, sondern als unbeweglich im Mittelpunkt schwebend vorstellten. Hicetas von Syracus, der mindestens älter als Theophrast ist, Heraclides Ponticus und Ecphantus kannten die Achsendrehung der Erde; aber nur Aristarch von Samos und besonders Seleucus der Babylonier, anderthalb Jahrhunderte nach Alexander, wußten, daß die Erde nicht bloß rotire, sondern sich zugleich auch um die Sonne, als das Centrum des ganzen Planetensystems, bewege.kehrte auch in den dunkeln Zeiten des Mittelalters durch christlichen Fanatismus und den herrschend bleibenden Einfluß des Ptolemäischen Systemes der Glaube an die Unbeweglichkeit der Erde zurück, wurde auch ihre Gestalt bei dem alexandrinischen Cosmas Indicopleustes wieder die Scheibe des Thales, so hatte dagegen ein deutscher Cardinal, Nicolaus de Cus, zuerst die Geistesfreiheit und den Muth, fast hundert Jahre vor Copernicus, unserem Planeten zugleich wieder die Achsendrehung und die fortschreitende Bewegung zuzuschreiben. Nach Copernicus war Tycho's Lehre allerdings ein Rückschritt, aber ein Rückschritt von kurzer Dauer. Sobald eine große Masse genauer Beobachtungen, zu der Tycho selbst reichlich beigetragen, angesammelt war, konnte die richtige Ansicht des Weltbaues nicht auf lange verdrängt bleiben. Wir haben hier gezeigt, wie die Periode der Schwankungen vorzüglich die der Ahnungen und naturphilosophischen Phantasien gewesen ist.

Nach der vervollkommenen Kenntniß der Natur, als einer gleichzeitigen Folge unmittelbarer Beobachtung ideeller Combinationen, haben wir oben der Aufzählung großer Begebenheiten gedacht, d. i. solcher, durch welche der Horizont der Weltanschauung räumlich erweitert wurde. Zu diesen Begebenheiten gehören Völkerwanderungen, Schiffahrt und Heerzüge. Sie haben von der natürlichen Beschaffenheit der Erdoberfläche (Gestaltung der Continente, Richtung der Gebirgszüge, relativen Anschwellung der Hochebenen) Kunde verschafft, ja in weiten Länderstrecken Material zur Ergründung allgemeiner Naturgesetze dargeboten. Es bedarf bei diesen historischen Betrachtungen nicht der Darstellung eines zusammenhängenden Gewebes von Begebenheiten. Für die Geschichte der Erkenntniß des Naturganzen ist es hinlänglich in jeder Epoche nur an solche Begebenheiten zu erinnern, welche einen entschiedenen Einfluß auf die geistigen Bestrebungen der Menschheit und auf eine erweiterte Weltansicht auszuüben vermochten. In dieser Hinsicht sind von großer Wichtigkeit gewesen für die Völker, die um das Becken des Mittelmeeres angesiedelt waren, die Fahrt des Coläus von Samos jenseits der Hercules-Säulen, der Zug Alexanders nach Vorder-Indien, die Weltherrschaft der Römer, die Verbreitung arabischer Cultur, die Entdeckung des Neuen Continents. Wir verweilen nicht sowohl bei der Erzählung von etwas Geschehenem als bei der Bezeichnung der Wirkung, welche das Geschehene, d. i. die Begebenheit, — sei sie eine Entdeckungsreise, oder das Herrschend-Werden einer hochausgebildeten, literaturreichen Sprache, oder die plötzlich verbreitete Kenntniß der indo-afrikanischen Monsune —, auf die Entwicklung der Idee des Kosmos ausgeübt hat.

Wenn ich bei der Aufzählung so heterogener Anregungen schon beispielsweise der Sprachen erwähne, so will ich hier im allgemeinen auf ihre unermessliche Wichtigkeit in zwei ganz verschiedenen Richtungen aufmerksam machen. Die Sprachen wirken einzeln durch große Verbreitung als Communicationsmittel zwischen weit von einander getrennten Völkern; sie wirken, mit einander verglichen, durch die erlangte Einsicht in ihren inneren Organismus und ihre Verwandtschaftsgrade, auf das tiefere Studium der Geschichte der Menschheit. Die griechische Sprache und die mit derselben so innigst verknüpfte Nationalität der Griechen (das Griechenleben) haben eine zauberische Gewalt geübt über alle

fremde von ihnen berührte Völker *). Die griechische Sprache erscheint in Inner-Asien durch den Einfluß des bactrischen Reiches als eine Trägerin des Wissens, das ein volles Jahrtausend später, mit indischem Wissen gemischt, durch die Araber in den äußersten Westen von Europa zurückgebracht wird. Die altindische und malayische Sprache haben in der Inselwelt des südöstlichen Asiens wie an der Ostküste von Afrika und auf Madagascar den Handel und den Völkerverkehr befördert, ja wahrscheinlich, durch die Nachrichten von den indischen Handelsstationen der Bantianen, das kühne Unternehmen von Vasco de Gama veranlaßt. Herrschend gewordene Sprachen, die leider den verdrängten Idiomen einen frühen Untergang bereiten, haben wie das Christenthum und wie der Buddhismus wohlthätig zur Einigung der Menschheit beigetragen.

Verglichen unter einander und als Objecte der Naturkunde des Geistes betrachtet, nach der Analogie ihres inneren Baues in Familien gesondert, sind die Sprachen (und dieses ist eines der glänzendsten Ergebnisse der Studien neuerer Zeit, der lehrverfloffenen sechzig bis siebzig Jahre) eine reiche Quelle des historischen Wissens geworden. Eben weil sie das Product der geistigen Kraft des Menschen sind, führen sie uns mittelst der Grundzüge ihres Organismus in eine dunkle Ferne, in eine solche, zu welcher keine Tradition hinaufreicht. Das vergleichende Sprachstudium zeigt, wie durch große Länderstrecken getrennte Völkerstämme mit einander verwandt und aus einem gemeinschaftlichen Urstamme ausgezogen sind; es offenbart den Weg und die Richtung alter Wanderungen; es erkennt, den Entwicklungsmoment nachspürend, in der mehr oder minder veränderten Sprachgestaltung, in der Permanenz gewisser Formen oder in der bereits fortgeschrittenen Zertrümmerung und Auflösung des Formensystems, welcher Volksstamm der einst im gemeinsamen Wohnsitze üblichen, gemeinsamen Sprache näher geblieben ist. Zu dieser Art der Untersuchungen über die ersten alterthümlichen Sprachzustände, in denen das Menschengeschlecht im eigentlichen Sinne des Wortes als ein lebendiges Naturganze betrachtet wird, giebt die lange Kette der indogermanischen Sprachen, vom Ganges bis zum iberischen Westende von Europa, von Sicilien bis zum Nordcap, vielfachen Anlaß. Dieselbe historische Sprachvergleichung leitet auch auf das Vaterland gewisser Erzeugnisse, welche seit den ältesten Zeiten wichtige Gegenstände des Tauschhandels gewesen sind. Die Sanskritnamen acht indischer Producte, die von Reis, Baumwolle, Narde und Zucker, finden wir in die griechische und theilweise sogar in die semitische Sprachen übergegangen †).

Nach den hier angedeuteten und durch Beispiele erläuterten Betrachtungen erscheint die vergleichende Sprachkunde als ein wichtiges rationelles Hülfsmittel, um durch wissenschaftliche, acht philologische Untersuchungen zu einer Verallgemeinerung der Ansichten über die Verwandtschaft des Menschengeschlechts und seine muthmaßlich von mehreren Punkten ausgehenden Verbreitungssphären zu gelangen. Die rationalen Hülfsmittel derselben allmählig entwickelnden Lehre vom Kosmos sind demnach sehr verschiedener Art: Erforschung des Sprachbaues, Entzifferung alter Schriftzüge und historischer Monumente in

*) Niebuhr, röm. Geschichte Th. I. S. 69; Droysen, Gesch. der Bildung des hellenistischen Staatensystems 1843 S. 31—34, 567—573; Friedl. Cramer, de studiis, quae veteres ad aliarum gentium contulerint linguas 1844 p. 2—13.

†) Im Sanskrit *reishi* vrishi, Baumwolle *karpasa*, Zucker *sarkara*, Narde *nanartha*; s. Lassen, indische Alterthumskunde Bb. I. 1843 S. 245, 250, 270, 289 und 538. Ueber *sarkara* und *kanda*, wovon unser Zuckerstaud, s. meine Prolegomena de distributione geographica plantarum 1817 p. 211: „Confusio videtur veteres saccharum verum cum Tabaschiro Bambusae, tum quia utraque in arundinibus inveniuntur, tum etiam quia vox sanscradana *schar-kara*, quae hodie (ut pers. *schakar* et hindost. *schukar*) pro saccharo nostro adhibetur, observante Boppio, ex auctoritate Amarasinhae, proprie nil dulce

(*madu*) significat, sed quicquid lapidosum et arenaceum est, ac vel calculum vesicae. Verisimile igitur, vocem *schar-kara* initio dumtaxat tabaschirum (*sacchar mombu*) indicasse, posterius in saccharum nostrum humilioris arundinis (*ikeschu*, *kandekschu*, *kanda*) ex similitudine aspectus translatam esse. Vox Bambusae ex *mambu* derivatur; ex *kanda* nostratum voces *candis*, *zuckerkand*. In *tabaschiro* agnoscitur Persarum *schir*, h. e. lac, sanscr. *kachiram*.“ Der Sanscritname für tabaschir ist (Lassen Bb. I. S. 271—274 *travkschira*, Rindmilch, Milch aus der Rinne (tratsch). Vergl. auch Vott, Kurdische Studien in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bb. VII S. 163—166, die meisterhafte Abhandlung von Carl Ritter in seiner Erdbunde von Asien Bb. VI, 2. S. 232—237.

Hieroglyphen und Keilschrift, Vervollkommenung der Mathematik, besonders des mächtigen, Erdgestalt, Meeresfluth und Himmelsräume beherrschenden analytischen Calculs. Zu diesen Hülfsmitteln gesellen sich endlich die materiellen Erfindungen, welche uns gleichsam neue Organe schaffen, die Schärfe der Sinne erhöhen, ja den Menschen in einen näheren Verkehr mit den irdischen Kräften wie mit den fernen Welträumen setzen. Um hier nur diejenigen Instrumente zu erwähnen, welche große Epochen der Culturgeschichte bezeichnen, nennen wir das Fernrohr und dessen leider zu späte Verbindung mit Meßinstrumenten; das zusammengesetzte Microscop, welches uns Mittel verschafft den Entwicklungszuständen des Organischen („der gestaltenden Thätigkeit als dem Grunde des Werdens,“ wie Aristoteles schön sagt) zu folgen; die Bouffole und die verschiedenen Vorrichtungen zur Ergründung des Erdmagnetismus, den Gebrauch des Pendels zum Zeitmaasse, das Barometer, den Wärmemesser, hygrometrische und electrometrische Apparate, das Polariscope in Anwendung auf farbige Polarisations-Phänomene im Licht der Gestirne oder im erleuchteten Luftkreise.

Die Geschichte der physischen Weltanschauung, gegründet, wie wir eben entwickelt haben, auf denkende Betrachtung der Naturerscheinungen, auf eine Verkettung großer Begebenheiten, auf Erfindungen, welche den Kreis sinnlicher Wahrnehmung erweitern, soll aber hier in ihren Hauptzügen nur fragmentarisch und übersichtlich dargestellt werden. Ich schmeichle mir mit der Hoffnung, daß die Kürze dieser Darstellung den Leser in den Stand setzen könne den Geist, in welchem ein so schwer zu begrenzendes Bild einst auszuführen wäre, leichter zu erfassen. Hier wie in dem Naturgemälde, welches das erste Buch des Kosmos enthält, wird nicht nach Vollständigkeit in Aufzählung von Einzelheiten, sondern nach der klaren Entwicklung von leitenden Ideen getrachtet, solchen, welche einige der Wege bezeichnen, die der Physiker als Geschichtsforscher durchlaufen kann. Die Kenntniß von dem Zusammenhang der Begebenheiten und ihren Causalverhältnissen wird als ein Gegebenes vorausgesetzt; die Begebenheiten brauchen nicht erzählt zu werden, es genügt sie zu nennen und den Einfluß zu bestimmen, den sie auf die allmählig anwachsende Erkenntniß eines Naturganzen ausgeübt haben. Vollständigkeit, ich glaube es wiederholen zu müssen, ist hier weder zu erreichen noch als das Ziel eines solchen Unternehmens zu betrachten. Indem ich dies ausspreche, um meinem Werke vom Kosmos den eigenthümlichen Charakter zu bewahren, der dasselbe allein ausführbar macht, werde ich mich freilich von neuem dem Tadel derer aussetzen, welche weniger bei dem verweilen, was ein Buch enthält, als bei dem, was nach ihrer individuellen Ansicht darin gefunden werden sollte. In den älteren Theilen der Geschichte bin ich geßichtlich weit umständlicher als in den neueren gewesen. Wo die Quellen sparsamer fließen, ist die Combination schwieriger, und die aufgestellten Meinungen bedürfen dann der Anführung nicht allgemein bekannter Zeugnisse. Auch Ungleichmäßigkeit in der Behandlung der Materien habe ich mir da frei gestattet, wo es darauf ankam, durch Aufzählung von Einzelheiten dem Vortrag ein belebenderes Interesse zu geben.

Wie die Erkenntniß eines Weltganzen mit intuitiver Abndung und wenigen wirklichen Beobachtungen über isolirte Naturgebiete begonnen hat, so glauben wir auch in der geschichtlichen Darstellung der Weltanschauung von einem eingeschränkten Erdraume ausgehen zu müssen. Wir wählen das Meerbeden, um welches diejenigen Völker sich bewegt haben, auf deren Wissen unsere abendländische Cultur (die einzige fast ununterbrochen fortgeschrittene) zunächst gegründet ist. Man kann die Hauptströme bezeichnen, welche die Elemente der Bildung und der erweiterten Naturansichten dem westlichen Europa zugeführt haben; aber bei der Vielfachheit dieser Ströme ist nicht ein einiger Urquell zu nennen. Tiefe Einsicht in die Kräfte der Natur, Erkenntniß der Natureinheit gehört nicht einem sogenannten Urvolke an, für welches, nach dem Wechsel historischer Ansichten, bald ein semitischer Stamm im nord-haldäischen Arparad*) (Arapachitis des Ptolemäus), bald

*) Ewald, Geschichte des Volkes Israel Bd. I. 1843 S. 332—334; Lassen, ind. Alterthumskunde

der Stamm der Inder und Iranier im alten Zendlande*) am Quellgebiet des Drus und Zarartes ausgegeben wurden. Die Geschichte, so weit sie durch menschliche Zeugnisse begründet ist, kennt kein Urvolk, keinen ersten Sitz der Cultur, keine Urphysik, oder Naturweisheit, deren Glanz durch die sündige Barbarei späterer Jahrhunderte verdunkelt worden wäre. Der Geschichtsforscher durchbricht die vielen über einander gelagerten Nebelschichten symbolisirender Mythen, um auf den festen Boden zu gelangen, wo sich die ersten Keime menschlicher Besittung nach natürlichen Gesetzen entwickelt haben. Im grauen Alterthume, gleichsam am äußersten Horizont des wahrhaft historischen Wissens, erblicken wir schon gleichzeitig mehrere leuchtende Punkte, Centra der Cultur, die gegen einander strahlen: so Aegypten, auf das wenigste fünftausend Jahre vor unserer Zeitrechnung†); Babylon, Ninive, Kaschmir, Iran, und China seit der ersten Colonie, die vom nordöstlichen Abfall des Kuen-lün her in das untere Flußthal des Hoangho eingewandert war. Diese Centralpunkte erinnern unwillkürlich an die größeren unter den funkelnden Sternen des Firmaments, an die ewigen Sonnen der Himmelsräume, von denen wir wohl die Stärke des Glanzes, nicht aber, einige wenige‡) ausgenommen, die relative Entfernung von unserem Planeten kennen.

Eine dem ersten Menschenstamme geoffenbarte Urphysik, eine durch Cultur verdunkelte Naturweisheit wilder Völker gehört einer Sphäre des Wissens oder vielmehr des

Bb. I. S. 523. Vergl. Köbiger in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bb. III. S. 4 über Chaldäer und Turben, welche Letztere Strabo Asyrer nennt.

*) Vorhj der Wassernabel des Drungh, ungefähr da, wo das Himmelsgewirbe (Thian-schan) an seinem westlichen Ende an den Bolor (Belurtagh) gangartig anschauet, oder vielmehr diesen unter dem Namen der Aserab-Kette durchfließt, nördlich von dem Hochlande Pamer (Uva-Meru, Land über dem Meru). Vergl. Burnouf, Commentaire sur le Yagna T. I p. 239 und Addit. p. CLXXXV mit Humboldt, Asie centrale T. I. p. 163, T. II. p. 16, 377 und 390.

†) Chronologische Angaben für Aegypten: „3900 Jahre vor Chr. Menes (auf das wenigste, und wahrscheinlich ziemlich genau); 3430 Anfang der 4ten Dynastie (die Pyramidenbauer Cheopsen-Schafra, Cheopsen-Chufu und Myserinos oder Menfara); 2200 Einfall der Hefjos unter der 12ten Dynastie, welcher Amenemha III., der Erbauer des ursprünglichen Labyrinth, angehört. Vor Menes (3900 vor Chr.) ist doch wenigstens noch ein Jahrtausend für das allmähliche Wachsthum jener zum mindesten 3430 Jahre vor unserer Zeitrechnung ganz fertigen, ja zum Theil schon erflarrten Cultur zu vermuthen, wahrscheinlich noch weit mehr.“ (Lepsius in mehreren Briefen an mich vom März 1846, also nach der Rückkunft von seiner ruhmvollen Expedition.) Vergl. auch Bunsens Betrachtungen „über die Anfänge unserer sogenannten Weltgeschichte, welche streng genommen nur die der neueren Menschheit ober, wenn es von jenen Anfängen eine Geschichte geben sollte, die neuere Geschichte unsers Geschlechts ist.“ in dem geistreichen und gelehrten Werke: Aegyptens Stelle in der Weltgeschichte 1845, erstes Buch S. 11–13. — Das historische Bewußtsein und die geregelte Chronologie der Chinesen steigen bis 2400, ja selbst 2700 Jahre vor unserer Zeitrechnung, weit über Su bis zu Hoang-tu, hinauf. Viele literarische Monumente sind aus dem 13ten Jahrhundert; und im 12ten Jahrhundert vor Chr. wurde laut dem Tschou-li die Länge des Sossitischkatens bereits mit solcher Genauigkeit von Tschou-lung in der südlich vom gelben Flusse erbauten Stadt Lo-hang gemessen, daß Laplace diese Länge ganz mit der Theorie von der Veränderung der Schiefe der Ekliptik, welche erst am Ende des letzten Jahrhunderts aufgestellt worden ist, übereinstimmend gefunden hat. Jeder Verdacht einer Erdrückung der Angabe durch Zurüdrechnen fällt

also von selbst weg. S. Edouard Biot sur la Constitution politique de la Chine au 12me siècle avant notre ère (1845) p. 3 und 9. Die Erbauung von Tyrus und des uralten Tempels des Melkart (des tyrischen Hercules) soll nach der Erzählung, die Herodot (II, 44) von den Priestern empfing, 2760 Jahre vor unserer Zeitrechnung hinausreichen; vergl. auch Heeren, Ideen über Politik und Verkehr der Völker Th. I, 2, 1824 S. 12. Simplicius schätz nach einer Uebersetzung des Porphyrius das Alter der babylonischen Sternbeobachtungen, die dem Aristoteles bekannt waren, auf 1903 Jahre vor Alexander dem Großen, und Bessler, der so gründliche und vorsichtige Forscher der Chronologie, hat diese Angabe keineswegs unglaublich gefunden; vergl. sein Handbuch der Chronologie Bb. I. S. 207, die Abhandlungen der Berliner Acad. auf das J. 1814 S. 217 und Böckh, metrol. Untersuchungen über die Maße des Alterthums 1838 S. 36. — Ob man in Indien mehr als 1200 Jahre vor Chr. selbst nach der Chronik von Kaschmir (Radjatarangini, trad. par Troyer) einen historischen Boden finde, während Megasthenes (Indica, ed. Schwanbeck 1846 p. 50) von Manu bis Sandragupta für 153 Könige der Dynastie von Magabha 60 bis 64 Jahrhunderte rechnet und der Astronom Aryabhatta den Anfang der Zeitrechnung auf 3102 vor Chr. bestimmt, bleibt noch in Dunkel gehüllt (Lassen, Ind. Alterthumsk. Bb. I. S. 473, 505, 507 und 510.). — Um den Zahlen, welche in dieser Anmerkung zusammengestellt sind, eine höhere Bedeutung für die Culturgeschichte der Menschheit zu geben, ist es nicht überflüssig, hier zu erinnern, daß bei den Griechen die Zerstörung von Troja 1184, Homer 1000 oder 950, Kadmus der Miletier, der erste Geschichtsschreiber unter den Griechen, 524 Jahre vor unserer Zeitrechnung gesetzt werden. Diese Zusammenstellung der Epochen lehrt, wie ungleich, früh oder spät, bei den bildungsfähigsten Völkern das Bedürfnis einer genauen Aufzeichnung von Ereignissen und Unternehmungen erwacht ist; sie erinnert unwillkürlich an den Ausspruch, welchen Plato im Timäus den Priestern von Sakd in den Mund legt: „O Solon, Solon! ihr Hellenen bleibt doch immer Kinder; nirgends ist in Hellas ein Greis. Eure Seelen sind stets jugendlich; ihr habt in ihnen keine Kunde des Alterthums, keinen alten Glauben, keine durch die Zeit ergraute Wissenschaft.“

‡) Vergl. Rossmos Buch I. S. 41 und 77.

Glaubens an, welche dem Gegenstande dieses Werkes fremd bleibt. Wir finden einen solchen Glauben indeß schon tief in der ältesten indischen Lehre Krischna's*) gewurzelt. „Die Wahrheit soll ursprünglich in den Menschen gelegt, aber allmählig eingeschlafert und vergessen worden sein; die Erkenntniß lehrt wie eine Erinnerung zurück.“ Wir lassen es gern unentschieden, ob die Volksstämme, die wir gegenwärtig Wilde nennen, alle im Zustande ursprünglich natürlicher Rohheit sind; ob nicht viele unter ihnen, wie der Bau ihrer Sprachen es oft vermuthen läßt, verwilderte Stämme, gleichsam zerstreute Trümmer aus den Schiffbrüchen einer früh untergegangenen Cultur sind. Ein naher Umgang mit diesen sogenannten Naturmenschen lehrt nichts von dem, was die Liebe zum Wunderbaren von einer gewissen Ueberlegenheit roher Völker in der Kenntniß der Erdkräfte gefabelt hat. Allerdings steigt ein dumpfes, schauervolles Gefühl von der Einheit der Naturgewalten in dem Busen des Wilden auf; aber ein solches Gefühl hat nichts mit den Versuchen gemein den Zusammenhang der Erscheinungen unter Ideen zu fassen. Wahrhaft kosmische Ansichten sind erst Folge der Beobachtung und ideeller Combination, Folge eines lange dauernden Contacts der Menschheit mit der Außenwelt; auch sind sie nicht das Werk eines einzigen Volkes, sie sind die Frucht gegenseitiger Mittheilung, eines, wo nicht allgemeinen, doch großen Völkerverkehrs.

Wie in den Betrachtungen über den Reflex der Außenwelt auf die Einbildungskraft wir, im Eingange dieses Buches, aus der allgemeinen Literaturgeschichte das ausgehoben haben, was sich auf den Ausdruck eines lebendigen Naturgefühls bezieht, so wird in der Geschichte der Weltanschauung aus der allgemeinen Culturgeschichte dasjenige ausgesondert, was die Fortschritte in der Erkenntniß eines Naturganzen bezeichnet. Beide, nicht willkürlich, sondern nach bestimmten Grundsätzen abgesonderte Theile haben wieder unter einander dieselben Beziehungen als die Disciplinen, welchen sie entlehnt sind. Die Geschichte der Cultur der Menschheit schließt in sich die Geschichte der Grundkräfte des menschlichen Geistes, und also auch der Werke, in denen nach verschiedenen Richtungen diese Grundkräfte in Literatur und Kunst sich offenbart haben. Auf gleiche Weise erkennen wir in der Tiefe und Lebendigkeit des Naturgefühls, die wir nach dem Unterschiede der Zeiten und der Volksstämme geschildert, wirksame Anregungsmittel zu sorgfältigerer Beachtung der Erscheinungen, zu ernster Ergründung ihres kosmischen Zusammenhanges.

Eben weil nun so mannigfaltig die Ströme sind, welche die Elemente des erweiterten Naturwissens getragen und im Laufe der Zeiten ungleich über den Erdboden verbreitet haben, ist es, wie wir bereits oben bemerkt, am geeignetsten in der Geschichte der Weltanschauung von Einer Völkergruppe und zwar von der auszugehen, in der unsere jetzige wissenschaftliche Cultur und die des ganzen europäischen Abendlandes ursprünglich gewurzelt sind. Die Geistesbildung der Griechen und Römer ist allerdings ihrem Anfange nach eine sehr neue zu nennen, im Vergleich mit der Cultur der Aegypter, Chinesen und Inder; aber was ihnen von außen, von dem Orient und von Süden her, zugeströmt, hat sich mit dem, was sie selbst hervorgebracht und verarbeitet, trotz des ewigen Wechsels der Weltbegebenheiten und des fremdartigen Gemisches eindringender Völkermassen, ununterbrochen auf europäischem Boden fortgepflanzt. In den Regionen, wo man vor Jahrtausenden vieles früher gewußt, ist entweder eine alles verdunkelnde Barbarei wiederum eingetreten; oder neben der Erhaltung alter Gesittung und fester, complicirter Staatseinrichtungen (wie in China) ist doch der Fortschritt in Wissenschaft und gewerblichen Kunstfertigkeiten überaus geringe, noch geringer der Antheil an dem Weltverkehr gewesen, ohne den allgemeine Ansichten sich nie bilden können. Europäische Culturvölker und die von ihnen abstammenden, in andere Continente übergegangenen sind durch eine riesenmäßige Erweiterung ihrer Schifffahrt in den fernsten Meeren, an den fernsten Küsten gleichsam allgegenwärtig geworden.

*) Wilhelm von Humboldt über eine Episode des Maha-Bharata in dessen gesammelten Werken Bd. I S. 73.

Was sie nicht besitzen, können sie bedrohen. In ihrem fast ununterbrochen vererbten Wissen, in ihrer lang vererbten wissenschaftlichen Nomenclatur liegen, wie Marksteine der Geschichte der Menschheit, Erinnerungen an die mannigfaltigen Wege, auf denen wichtige Erfindungen oder wenigstens der Keim zu denselben den Völkern Europa's zugeströmt sind: aus dem östlichsten Asien die Kenntniß von der Nichtkraft und Abweichung eines frei sich bewegenden Magnetstabes, aus Phönicien und Aegypten chemische Bereitungen (Glas, theilweise und vegetabilische Färbestoffe, Metallorpyde), aus Indien allgemeiner Gebrauch der Position zur Bestimmung des erhöhten Werthes weniger Zahlzeichen.

Seitdem die Civilisation ihre ältesten Ursitze innerhalb der Tropen oder in der subtropischen Zone verlassen, hat sie sich bleibend in dem Welttheile angesiedelt, dessen nördlichste Regionen weniger kalt als unter gleicher Breite die von Asien und Amerika sind. Das Festland von Europa ist eine westliche Halbinsel von Asien; und wie es eine größere, die allgemeine Gesittung begünstigende Milde seines Klima's diesem Umstande und seiner mannigfaltigen, vielgegliederten, schon von Strabo gerühmten Form, seiner Stellung gegen das in der Aequatorialzone weit ausgedehnte Afrika, so wie den vorherrschenden, über den breiten Ocean hinstreichenden und deshalb im Winter warmen Westwinden verdankt, habe ich bereits früher entwickelt*). Die physische Beschaffenheit von Europa hat der Verbreitung der Cultur weniger Hindernisse entgegengestellt, als ihr in Asien und Afrika gesetzt waren, da wo weitausgedehnte Reihen von Parallelfetten, Hochebenen und Sandmeeren als schwer zu überwindende Völkerscheiden auftreten. Wir beginnen demnach hier, bei der Aufzählung der Hauptmomente in der Geschichte der physischen Weltbetrachtung, mit einem Erdwinkel, der durch seine räumlichen Verhältnisse und seine Weltstellung den wechselnden Völkerverkehr und die Erweiterung kosmischer Ansichten, welche Folge dieses Verkehrs ist, am meisten begünstigt hat.

Hauptmomente einer Geschichte der physischen Weltanschauung.

I.

Das Mittelmeer als Ausgangspunkt für die Darstellung der Verhältnisse, welche die allmähliche Erweiterung der Idee des Kosmos begründet haben. — Anreihung dieser Darstellung an die früheste Cultur der Hellenen. — Versuche ferner Schifffahrt gegen Nordost (Argonauten), gegen Süden (Daphn), gegen Westen (Colaus von Samos).

Ganz in dem Sinne einer großen Weltansicht schildert Plato im Phädon die Enge des Mittelmeeres†). „Wir,“ sagt er, „die wir vom Phasis bis zu den Säulen des Hercules wohnen, haben inne nur einen kleinen Theil der Erde, in dem wir uns, wie um einen Sumpf Ameisen oder Frösche, um das (innere) Meer angesiedelt haben.“ Und dieses enge Becken, an dessen Rande ägyptische, phöniciische und hellenische Völker zu einem hohen Glanze der Cultur erblühten, ist der Ausgangspunkt der wichtigsten Weltbegebenheiten, der Colonisirung großer Länderstrecken von Afrika und Asien, der nautischen Unternehmungen gewesen, durch welche eine ganze westliche Erdhälfte enthüllt worden ist.

*) Kosmos Bd. I. S. 153 und 173; Asia centrale T. III. p. 24 und 143.

†) Plato, Phädon pag. 109 B (vergl. Herod. II,

21). Auch Kleomedes vertiefte die Erdoberfläche in der Mitte, um das Mittelmeer zu fassen (Boß, krit. Blätter Bd. II. 1828 S. 144 und 150).

Das Mittelmeer zeigt noch in seiner jetzigen Gestalt die Spuren einer ehemaligen Unterabtheilung in drei geschlossene, an einander grenzende kleinere Becken*). Das ägäische ist südlich begrenzt durch die Bogenlinie, welche, von der carischen Küste Kleasiens an, die Inseln Rhodus, Creta und Erigo bilden und die sich an den Peloponnes anschließt unsern von dem Vorgebirge Malea. Westlicher folgt das ionische Meer, das Syrten-Bassin, in dem Malta liegt. Die Westspitze von Sicilien nähert sich dort auf 12 geographische Meilen der Küste von Afrika. Die plötzliche, aber kurz dauernde Erscheinung der gehobenen Feuerinsel Ferdinandea (1831) südwestlich von den Kalksteinfelsen von Sciacca mahnt an einen Versuch der Natur †) das Syrten-Bassin zwischen Cap Grantola, der von Capitän Smyth untersuchten Adventure-Bank, Pantellaria und dem afrikanischen Cap Bon wiederum zu schließen und so von dem westlichen, dritten Bassin, dem tyrrhenischen, zu trennen. Letzteres empfängt durch die Hercules-Säulen den von Westen her einbrechenden Ocean und umschließt Sardinien, die Balearen und die kleine vulkanische Gruppe der spanischen Columbraten.

Diese Form des dreimal verengten Mittelmeeres hat einen großen Einfluß auf die früheste Beschränkung und spätere Erweiterung phöniciſcher und griechischer Entdeckungsreisen gehabt. Die letzteren blieben lange auf das ägäische und auf das Syrtenmeer beschränkt. Zu der homerischen Zeit war das continentale Italien noch ein „unbekanntes Land.“ Die Phocäer eröffneten das tyrrhenische Bassin westlich von Sicilien; Tartessusfahrer gelangten zu den Säulen des Hercules. Man darf nicht vergessen, daß Carthago an der Grenze des tyrrhenischen und Syrten-Beckens gegründet ward. Die physische Gestaltung der Küsten wirkte auf den Gang der Begebenheiten, auf die Richtung nautischer Unternehmungen, auf den Wechsel der Meeresherrschaft; letztere wirkte wiederum auf die Erweiterung des Ideenkreises.

Das nördliche Gestade des inneren oder Mittelmeeres hat den, schon von Eratosthenes nach Strabo bemerkten Vorzug reicher geschnitten, „vielfaltiger,“ mehr gegliedert zu sein als das südliche libysche. Dort treten drei Halbinseln ‡) hervor, die iberische, italische und hellenische, welche, mannigfach busenförmig eingeschnitten, mit den nahen Inseln und den gegenüberliegenden Küsten Meer- und Landungen bilden. Solche Gestaltungen des Continents und der theils abgerissenen, theils vulkanisch, reihenweise wie auf weit fortlaufenden Spalten, gehobenen Inseln haben früh zu geognostischen Ansichten über Durchbrüche, Erdrevolutionen und Ergießungen der angeschwollenen höheren Meere in die tiefer stehenden geführt. Der Pontus, die Tartarellen, die Straße von Gades und das infeltriche Mittelmeer waren ganz dazu geeignet die Ansichten eines solchen Schleusensystems hervorzurufen. Der orphische Argonautiker, wahrscheinlich aus christlicher Zeit, hat alte Sagen eingewebt; er singt von der Zertrümmerung des alten Tytkonten in einzelne Inseln, wie „Poseidon, der Finstergelockte, dem Vater Kronion zürnend, schlug auf Tytkonten mit dem goldenen Dreizack.“ Aehnliche Phantasien, die freilich oft aus einer unvollkommenen

*) Ich habe diese Idee zuerst entwickelt in meiner *Rel. historique du Voyage aux Régions équinoxiales* T. III. p. 236 und in dem *Examen crit. de l'hist. de la Géogr. au 15me siècle* T. I. p. 36—38. Vergl. auch Otfried Müller in den *Göttingischen gelehrten Anzeigen* aus dem J. 1838 Bd. I. S. 375. Das westlichste Bassin, welches ich im allgemeinen das tyrrhenische nenne, begreift nach Strabo das iberische, ligurische und sardische Meer. Das Syrten-Bassin östlich von Sicilien begreift das aulonische oder sikelische, das libysche und ionische Meer. Der südliche und südwestliche Theil des ägäischen Meeres stieß das thracische, saronische und myrtoische. Die merkwürdige Stelle *Aristot. de Mundo* cap. III. (pag. 393 Bekk.) bezieht sich bloß auf die Bu-

senform der Küsten des Mittelmeeres und ihre Wirkung auf den einströmenden Ocean.

†) Rosmos Buch. I. S. 126.

‡) Humboldt, *Asie centrale* T. I. p. 67. Die beiden merkwürdigen Stellen des Strabo sind folgende: (Lib. II, pag. 109) „Eratosthenes nennt drei, Polybios fünf Landspitzen, in die sich Europa verläuft. Der Erstere nennt die gegen die Säulen sich erstreckende, auf welcher Iberia; die gegen den sikelischen Sund, auf welcher Italia liegt; dann folgt die dritte (Halbinsel) gegen Malea, welche alle Völker zwischen dem Abrias, dem Eurinos und dem Tanais umfaßt.“ (Lib. II, pag. 126): „Wir beginnen mit Europa, weil es vielfältig und für Vereblung der Menschen und Bürger der geachtlichsten Welttheil ist. Er ist ganz bewohnbar außer wenigen vor Kälte unbewohnten Landen um den Tanais.“

Kenntniß räumlicher Verhältnisse entstanden sein konnten, waren in der eruditionsreichen, allem Alterthümlichen zugewandten alexandrinischen Schule ausgesponnen worden. Ob die Mythe der zertrümmerten Atlantis ein ferner und westlicher Reflex der Mythe von Lyktonien ist, wie ich an einem andern Ort wahrscheinlich zu machen glaubte, oder ob nach Otfried Müller „der Untergang von Lyktonien (Leukontia) auf die samothracische Sage von einer jene Gegend umgestaltenden großen Fluth hindeute*),“ braucht hier nicht entschieden zu werden.

Was aber, wie schon oft bemerkt worden, die geographische Lage des Mittelmeers vor allem wohlthätig in ihrem Einfluß auf den Völkerverkehr und die fortschreitende Erweiterung des Weltbewußtseins gemacht hat, ist die Nähe des in der kleinasiatischen Halbinsel vortretenden östlichen Continents; die Fülle der Inseln des ägäischen Meeres, welche eine Brücke für die übergehende Cultur gewesen sind †); die Furche zwischen Arabien, Aegypten und Abyssinien, durch die der große indische Ocean unter der Benennung des arabischen Meerbusens oder des rothen Meeres eindringt, getrennt durch eine schmale Erdenge von dem Nil-Delta und der südöstlichen Küste des inneren Meeres. Durch alle diese räumlichen Verhältnisse offenbarte sich in der anwachsenden Macht der Phöniciier und später in der der Hellenen, in der schnellen Erweiterung des Ideenkreises der Völker der Einfluß des Meeres, als des verbindenden Elementes. Die Cultur war in ihren früheren Sitzen in Aegypten, am Euphrat und Tigris, in der indischen Pentapotamia und in China an reiche Stromlandschaften gesesselt gewesen; nicht so in Phöniciern und Hellas. In dem bewegten Leben des Griechenthums, vorzüglich im ionischen Stamme, fand der frühe Drang nach seemännischen Unternehmungen eine reiche Befriedigung in den merkwürdigen Formen des mittelländischen Meerbeckens, in seiner relativen Stellung zu dem Ocean im Süden und Westen.

Die Existenz des arabischen Meerbusens, als Folge des Einbruchs des indischen Oceans durch die Meerenge Bab-el-Mandeb, gehört zu der Reihe großer physischer Erscheinungen, die uns erst die neuere Geognosie hat offenbaren können. Der europäische Continent nämlich ist in seiner Hauptaxe von Nordost gegen Südwest gerichtet; aber fast rechtwinklig mit

*) Ufert, Geogr. der Griechen und Römer Th. I. Abth. 2. S. 345—348 und Th. II. Abth. 1. S. 194; Johannes v. Müller, Werke Bd. I. S. 38; Humboldt, Examen critique T. I. p. 112 und 171; Otfried Müller, Minus S. 64 und derselbe in der, übrigens nur zu wohlwollenden Kritik meiner Behandlung der mythischen Geographie der Griechen (Gott. gelehrte Anzeigen 1828 Bd. I. S. 372 und 382). Ich habe mich im allgemeinen also ausgebrochen: „En soulevant des questions qui offriraient déjà de l'importance dans l'intérêt des études philologiques, je n'ai pu gagner sur moi de passer entièrement sous silence ce qui appartient moins à la description du monde réel qu'au cycle de la Géographie mythique. Il en est de l'espace comme du tems: on ne saurait traiter l'histoire sous un point de vue philosophique, en ensevelissant dans un oubli absolu les tems héroïques. Les mythes des peuples, mêlés à l'histoire et à la géographie, ne sont pas en entier du domaine du monde idéal. Si le vague est un de leurs traits distinctifs, si le symbole y couvre la réalité d'un voile plus ou moins épais, les mythes intimement liés entre eux, n'en révèlent pas moins la souche antique des premiers aperçus de cosmographie et de physique. Les faits de l'histoire et de la géographie primitives ne sont pas seulement d'ingénieuses fictions, les opinions qu'on s'est formées sur le monde réel, s'y reflètent.“ Der große mir befreundete Alterthumsforscher, dessen früher Verlust auf griechischem, von ihm so tief und mannigfach ergründetem Boden allgemein betrauert worden ist, glaubt dagegen: „daß wirklichen Erfahrungen, welche durch Wunderlust und Leicht-

gläubigkeit eine fabelhafte Gestalt erhielten (wie man sich besonders die phöniciischen Schiffer sagen vorstellt), keineswegs der Hauptantheil an der poetischen Gestaltung der Erde, die in der griechischen Poesie hervortritt, zuzuschreiben sei; die eigentlichen Wurzeln dieser Gebilde lägen in gewissen idealen Voraussetzungen und Forderungen des Gefühls, auf welche eine wirkliche Länderkunde erst allmählig einzuwirken beginne: woraus dann oft die interessante Erscheinung hervorgehe, daß rein subjectiv Schöpfungen einer von gewissen Ideen geleiteten Phantasie fast unmerklich in wirkliche Länder und wohlbekannte Gegenstände der wissenschaftlichen Geographie übergehen. Nach diesen Betrachtungen könne man schließen, daß alle mythischen oder in mythische Formen ausgeprägten Phantasiegemälde in ihrem eigentlichen Grunde einer idealen Welt angehören und mit der wirklichen Erweiterung der Erdkunde oder der Schifffahrt außerhalb der Säulen des Herkules ursprünglich nichts zu thun haben.“ Die von mir in dem französischen Werke gedauerte Meinung stimmt mit den früheren Ansichten von Otfried Müller mehr überein, da er in den Prolegomenen zu einer wissenschaftlichen Mythologie S. 68 und 109 sehr bestimmt sagte, „daß in mythischen Erzählungen Geschehenes und Gedachtes, Reelles und Ideelles meist eng mit einander verbunden sind.“ (Vergl. auch über die Atlantis und Lyktonien Martin, Etudes sur le Timée de Platon T. I. p. 293—326.)

†) Naxos von Ernst Curtius (1846) S. 11; Droysen, Geschichte der Bildung des hellenistischen Staatensystems (1843) S. 4—9.

dieser Richtung findet sich ein System von Spalten, die theils zum Eindringen der Meereswasser, theils zu Hebung paralleler Gebirgszöge Anlaß gegeben haben. Ein solches inverses Streichen von Südost gegen Nordwest zeigen (vom indischen Ocean bis zum Ausfluß der Elbe im nördlichen Deutschland) das rothe Meer in dem südlichen Theile der Spalte, zu beiden Seiten von vulkanischen Gebirgsarten umgeben, der persische Meerbusen mit dem Tieflande des Doppelstromes Euphrat und Tigris, die Zagros-Kette in Kuristan, die Ketten von Hellas und den nahen Inselreihen des Archipels, das adriatische Meer und die dalmatischen Kalk-Alpen. Die Kreuzung *) der beiden Systeme gebätlischer Linien (ND—SW und SD—NW), die ihre Ursach gewiß in Erschütterungs-Richtungen des Inneren unseres Erdkörpers gehabt haben und von denen ich die Spalten SD—NW für neueren Ursprungs halte, hat den wichtigsten Einfluß auf die Schicksale der Menschheit und die Erleichterung des Völkerverkehrs gehabt. Die relative Lage und die nach der Abweichung der Sonne in verschiedenen Jahreszeiten so ungleiche Erwärmung von Ost-Afrika, Arabien und der Halbinsel von Vorder-Indien erzeugen eine regelmäßige Abwechselung von Luftströmen (Monsoon), welche die Schifffahrt nach der Myrrhifera Regio der Abrahmiten in Süd-Arabien, nach dem persischen Meerbusen, Indien und Ceylon dadurch begünstigten, daß in der Jahreszeit (April und Mai bis October), wo Nordwinde aus dem rothen Meere wehen, der Südwest-Monsun von Ost-Afrika bis zur Küste Malabar herrscht, während der dem Rückweg günstige Nordost-Monsun (October bis April) zusammentrifft mit der Periode der Südwinde zwischen der Meerenge Bab-el-Mandeb und dem Isthmus von Suez.

Nachdem wir nun, in diesem Entwurf einer Geschichte der physischen Weltanschauung, den Schauplatz geschildert haben, auf dem von so verschiedenen Seiten fremde Elemente der Cultur und Länderkenntniß dem Griechenvolke zugeführt werden konnten, bezeichnen wir hier zuerst diejenigen der das Mittelmeer umwohnenden Völker, welche sich einer alten und ausgezeichneten Bildung erfreuten: die Aegypter, die Phöniciëer sammt ihren nord- und west-afrikanischen Colonien, und die Etrusker. Einwanderung und Handelsverkehr haben am mächtigsten gewirkt. Je mehr sich in der neuesten Zeit durch Entdeckung von Monumenten und Inschriften, wie durch philosophischere Sprachforschung unser historischer Gesichtskreis erweitert hat, desto mannigfaltiger erscheint der Einfluß, welcher in der frühesten Zeit auch vom Euphrat her, aus Lycien und durch die mit den thracischen Stämmen verwandten Phrygier auf die Griechen ausgeübt wurde.

In dem Nilthale, das eine so große Rolle in der Geschichte der Menschheit spielt, „gehen sichere Königsgeschilder“ (ich folge den neuesten Forschungen von Lepsius †) und dem Resultate seiner wichtigen, das ganze Alterthum aufklärenden Expedition) „bis in den Anfang der vierten Manethonischen Dynastie, welche die Erbauer der großen Pyramiden von Giseh (Chephren oder Schaфра, Cheops-Chufu und Menkera oder Mendereš) in sich schließt. Diese Dynastie beginnt mehr als 34 Jahrhunderte vor unsrer christlichen Zeitrechnung, 23 Jahrhunderte vor der dorischen Einwanderung der Heracliden in den Peloponnes ‡). Die großen Stein-Pyramiden von Dahschur, etwas südlich von Giseh und Sakara, hält Lepsius für Werke der dritten Dynastie. Auf den Blöcken derselben finden sich Steinmetz-Inschriften, aber bis jetzt keine Königsnamen. Die letzte Dynastie des alten Reichs, das mit dem Einfall der Hyksos endigte, wohl 1200 Jahre vor Homer, war die 12te Manethonische, welcher Amenemha III. angehörte, der Erbauer des ursprünglichen Labyrinth, der den Möris-See künstlich schuf durch Ausgrabung und mächtige Erddämme

*) Leopold v. Buch über die geognostischen Systeme von Deutschland S. XI.; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 284—286.

†) Rossmos Buch I. S. 168.

‡) Alles, was sich auf ägyptische Chronologie und Geschichte bezieht und (S. 252—254) durch Anfüh-

rungszeichen im Texte unterschieden ist, gründet sich auf handschriftliche Mittheilungen meines Freundes, des Professors Lepsius vom Monat März 1846.

§) Ich setze die dorische Einwanderung in den Peloponnes mit Otfried Müller (Dorier Abth. II. S. 436) 328 Jahre vor der ersten Olympiade.

in Norden und Westen. Nach der Vertreibung der Hyksos beginnt das neue Reich mit der 18ten Dynastie (1600 Jahre vor Chr.). Der große Ramses-Miämen (Ramses II.) war der zweite Herrscher der 19ten Dynastie. Seine Siege, durch Abbildungen in Stein verewigt, wurden dem Germanicus von den Priestern in Theben erklärt*). Herodot kennt ihn unter dem Namen Sesostris, wahrscheinlich durch eine Verwechslung mit dem fast eben so kriegerischen und mächtigen Eroberer Seti (Setos), welcher der Vater Ramses II. war.“

Wir haben geglaubt hier bei diesen Einzelheiten der Zeitrechnung verweilen zu müssen, um da, wo für uns fester Gesichtsboden ist, das relative Alter großer Begebenheiten in Aegypten, Phönicien und Griechenland annäherungsweise bestimmen zu können. Wie wir vorher das Mittelmeer nach seinen räumlichen Verhältnissen mit wenigen Zügen geschildert, so mußten wir jetzt auch an die Jahrtausende erinnern, um welche die menschliche Cultur im Nilthal der von Hellas vorangegangen ist. Ohne diese simultanen Beziehungen von Raum und Zeit können wir, nach der inneren Natur der Gedankenwelt, uns kein klares und befriedigendes Geschichtsbild entwerfen.

Die Cultur im Nilthale, früh durch geistiges Bedürfnis, durch eine sonderbare physische Beschaffenheit des Landes, durch priesterliche und politische Einrichtungen erweckt und unfrei gemodelt, hat, wie überall auf dem Erdboden, zum Contact mit fremden Völkern, zu fernem Heerzügen und Ansiedelungen angeregt. Was aber Geschichte und Denkmäler uns darüber aufbewahrt haben, bezeugt vorübergehende Eroberungen auf dem Landwege und wenig ausgedehnte eigene Schifffahrt. Ein so altes und mächtiges Culturvolk scheint weniger dauernd nach außen gewirkt zu haben als andere vielbewegte kleinere Volksstämme. Die lange Arbeit seiner Nationalbildung, mehr den Massen als den Individuen gedehlich, ist wie räumlich abgeschieden und deshalb für die Erweiterung kosmischer Ansichten wahrscheinlich unfruchtbarer geblieben. Ramses-Miämen (von 1388 bis 1322 vor Chr., also volle 600 Jahre vor der ersten Olympiade des Coröbus) unternahm weite Heerzüge: nach Herodot „in Aethiopien (wo seine südlichsten Bauwerke Lepsius am Berg Barkal fand), durch das palästiniische Syrien, von Kleinasien nach Europa übersehend, zu den Scythen, Thraciern, endlich nach Kschis und an den Phasis-Strom, wo von seinen Soldaten des Herumziehens müde Ansiedler zurückblieben. Auch habe Ramses zuerst, sagten die Priester, mit langen Schiffen die Küstenbewohner längs dem erythräischen Meere sich unterworfen, bis er endlich im Weiterschiffen in ein Meer kam, das vor Seichtigkeit nicht mehr schiffbar war.“†) Diodor sagt bestimmt, daß Sesostris (der große Ramses) in Indien bis über den Ganges ging, auch Gefangene aus Babylon zurückführte. „Die einzige sichere Thatsache in Bezug auf die eigene altägyptische Schifffahrt ist die, daß seit den frühesten Zeiten die Aegypter nicht bloß den Nil, sondern auch den arabischen Meerbusen befuhren. Die be-

*) Tac. Annal. II, 59. In dem Papyrus von Salzier (Campagnes de Sésostriis) fand Champollion den Namen der Javanen oder Jouni und den der Lusi (Jouner und Lycier?). Vergl. Bunsen, Aegypten Buch I. S. 60.

†) Herod. II, 102 und 103; Diod. Sic. I, 55 und 56. Von den Denkfäulen (Stelen), die Ramses-Miämen als Siegeszeichen in den durchzogenen Landen setzte, nennt Herodot (II, 106) ausdrücklich drei: „eine im palästiniischen Syrien, zwei in Jonien, wo man aus dem Ephestischen nach Phocäa und von Sardes nach Smyrna geht.“ Ein Felsenrelief, welches den Namen des Ramses mehrmals darbietet, ist in Syrien am Lycus, unsern Beirut (Berytus), aufgefunden, so wie ein anderes, roheres im Thal Karabel bei Nymphio, nach Lepsius auf dem Wege aus dem Ephestischen nach Phocäa. (Lepsius in den Ann. dell' Instit. archeol. Vol. X, 1838 p. 12 und desselben Brief aus Smyrna vom December 1845 in der archäologischen Zeitung Mai

1846 No. 41 S. 271—280; Kiepert in derselben Zeitung 1843 No. 3 S. 35). Ob der große Eroberer, wie Heeren glaubt (Gesch. der Staaten des Alterthums 1828 S. 76), bis Persien und Vorderindien vorgebrungen sei, „weil damals das westliche Asien noch kein großes Reich erhielt“ (die Erbauung des assyrischen Minive wird erst 1230 vor Chr. gesetzt), werden bei jetzt so schnell fortschreitenden Entdeckungen die Archäologen und phonetische Sprachforscher einst entscheiden. Strabo lib. XVI pag. 760) nennt eine Denkfäule des Sesostris nahe bei der Meerenge Deire, jetzt Bab-el-Mandeb genannt. Es ist übrigens auch sehr wahrscheinlich, daß schon im alten Reiche über 900 Jahre vor Ramses-Miämen ähnliche Heerzüge ägyptischer Könige nach Asien stattgefunden haben. Unter dem, zur 19ten Dynastie gehörigen Pharaos Setos II, dem zweiten Nachfolger des großen Ramses-Miämen, zog Moses aus Aegypten aus, nach den Untersuchungen von Lepsius ungefähr 1300 Jahre vor unserer Zeitrechnung.

rühmten Kupferminen bei Wadi Magara auf der Sinai-Halbinsel wurden bereits unter der 4ten Dynastie, unter Cheops-Chufu, bebaut. Bis zur 6ten Dynastie gehen die Inschriften von Hamamat an der Koffer-Strasse, welche das Nilsthal mit der westlichen Küste des rothen Meeres verband. Der Canal von Suez wurde unter Ramses dem Großen zu bauen versucht*), zunächst wohl wegen des Verkehrs mit dem arabischen Kupferlande.“ Größere nautische Unternehmungen, wie selbst die so oft bestrittene, mir gar nicht unwahrscheinliche †) Umseglung von Afrika unter Neku II. (611—595 vor Chr.) wurden phöniciſchen Schiffen anvertraut. Fast um dieselbe Zeit, etwas früher, unter Neku's Vater Psammitich (Memetel), und etwas später nach geendigtem Bürgerkriege unter Amasis (Nahmes) legten griechische Miethstruppen und ihre Ansiedelung in Naucratis den Grund zu bleibendem auswärtigem Handelsverkehr, zur Aufnahme fremder Elemente, zu dem allmäligen Einbringen des Hellenismus in Nieder-Aegypten. Es war ein Keim geistiger Freiheit, größerer Unabhängigkeit von localisirenden Einflüssen, ein Keim, der sich in der Periode einer neuen Weltgestaltung durch die macedonische Eroberung schnell und kräftig entwickelte. Die Eröffnung der ägyptischen Häfen unter Psammitich bezeichnet eine um so wichtigere Epoche, als bis dahin das Land wenigstens an seiner nördlichen Küste sich seit langer Zeit, wie jetzt noch Japan, gegen Fremde völlig abgeschlossen hielt ‡).

In der Aufzählung der nicht-hellenischen Culturvölker, welche das Becken des Mittelmeers, den ältesten Sitz und Ausgangspunkt unseres Wissens, umwohnen, reihen wir hier an die Aegypter die Phöniciier an. Diese sind als die thätigsten Vermittler der Völkerverbindung vom indischen Meere bis in den Westen und Norden des alten Continents zu betrachten. Eingeschränkt in manchen Sphären geistiger Bildung, den schönen Künsten mehr als den mechanischen entfremdet, nicht großartig=schöpferisch wie die sinnigeren Bewohner des Nilsthals, haben die Phöniciier doch als ein kühnes, alibewegtes Handelsvolf, vorzüglich durch Ausführung von Colonien, deren eine an politischer Macht die Mutterstadt weit übertraf, früher als alle anderen Stämme des Mittelmeers auf den Umlauf der Ideen, auf die Bereicherung und Vielseitigkeit der Weltansichten gewirkt. Der phöniciſche Volksstamm hatte babylonisches Maaß und Gewicht ||), auch, wenigstens seit der persischen Herr-

*) Nach Aristoteles, Strabo und Plinius, nicht nach Herodot; s. Letronne in der Revue des deux Mondes 1841 T. XXVII. p. 219, und Droysen, Bildung des hellenist. Staatensystems S. 735.

†) Zu den wichtigsten der Umseglung von Libyen günstigen Meinungen von Rennell, Heeren und Sprengel muß man jetzt auch die eines überaus gründlichen Philologen, Etienne Quatremère, zählen (s. Mém. de l'Acad. des Inscriptions T. XV. P. 2. 1845 p. 380—388). Das überzeugendste Argument für die Wahrheit des Berichts von Herod. IV. 24 scheint mir die beim Herodot unglücklich vorkommende Bemerkung, „daß die Seefahrer bei dem Umfischen Libyens (von Osten nach Westen segelnd) die Sonne zur Rechten bekommen hätten.“ Im Mittelmeere sah man, ebenfalls von Osten nach Westen (von Tyrus nach Gabeira) schiffend, die Sonne um Mittag nur zur Linken. Uebrigens muß auch vor Neku II. (Necho) schon in Aegypten eine ältere Kenntniß von der Möglichkeit einer ungehinderten Umseglung Libyens vorhanden gewesen sein, da Herodot den Neku bestimmt den Phöniciern befehlen läßt, „sie sollten den Rückweg nach Aegypten durch die Säulen des Hercules nehmen.“ Sonderbar ist es immer, daß Strabo (lib. II pag. 98), der so weilsäufig die versuchte Umseglung des Eudorus von Cygicus unter der Kleopatra deutet und auch der Trümmer des Schiffes aus Gabeira erwähnt, welches an der äthiopischen (östlichen) Küste gefunden war, zwar die vorgegebenen wirklichen Umseglungen für eine Bergäiſche Fabel erklärt (lib. II p. 100), aber die Möglichkeit der Umseglung keineswegs läugnet (lib. I p. 38), und daß er behauptet, es sei östlich und westlich des noch Unum-

schiffen nur wenig (lib. I p. 4). Strabo hing gar nicht der wunderbaren Jähmus-Hypothese des Hipparch und Marinus Tyrinus an, nach der das östliche Afrika sich an das Südostende von Asien anschließt und das indische Meer zu einem Mittelmeer macht (Sumbolet, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. 139—142, 145, 161 und 229; T. II. p. 370—373). Strabo citirt Herodot, nennt aber den Namen Neku's nicht, dessen Expedition er mit der von Darius veranstalteten Umseglung von Süd-Persien und zum Arabien verwechselt (Herod. IV. 44). Gosselin hat sogar allzu kühn die Lesart Darius in Neku verandern wollen. Ein Gegenstück zu dem Pferdehof des Schiffes von Gabeira, welchen Eudorus in Aegypten auf einem Marktplatz gezeigt haben soll, sind die Trümmer eines Schiffes aus dem rothen Meere, das nach der Erzählung eines sehr glaubwürdigen arabischen Geschichtschreibers Masudi in dem Morudj-al-dzeheb, Quatremère p. 389, und Reinaud, Relation des voyages dans l'Inde 1845 T. I. p. XVI und T. II. p. 46) an die Küste von Creta durch westliche Strömungen gelangt ist.

‡) Diod. lib. I cap. 87, 10; Herod. II, 154, 178 und 182. Ueber die Wahrscheinlichkeit eines Verkehrs zwischen Aegypten und Griechenland vor Psammitich s. die scharfsichtigen Beobachtungen von Ludwig Ross in Hellenika Bd. I. 1848 S. V und X. „In den nächsten Zeiten vor Psammitich (sagt er) war in beiden Ländern eine Epoche innerer Zerrüttung, die nothwendig eine Beschränkung und theilweise Unterbrechung des Verkehrs herbeiführen mußte.“

||) Böttg., metrologische Untersuchungen über Ge-

schaft, geprägte metallische Münze als Tauschmittel, das — sonderbar genug — den politisch, ja künstlerisch so ausgebildeten Aegyptern fehlte. Wodurch aber die Phöniciër fast am meisten zu der Cultur der Nationen beitrugen, mit denen sie in Contact traten, war die räumliche Verallgemeinerung und Mittheilung der Buchstabenschrift, deren sie sich schon längst selbst bedienten. Wenn auch die ganze Sagen Geschichte einer angeblichen Colonie des Kadmus in Böotien in mythisches Dunkel gehüllt bleibt, so ist es darum nicht minder gewiß, daß die Hellenen die Buchstabenschrift, welche sie lange phönicißche Zeichen nannten, durch den Handelsverkehr der Jonier mit den Phöniciern erhielten *). Nach den Ansichten, die sich seit Champollion's großer Entdeckung immer mehr über die früheren Zustände alphabetischer Schriftentwicklung verbreiten, ist die phönicißche wie die ganze semitische Zeichenschrift als ein aus der Bilderschrift allerdings ursprünglich ausgegangenes Lautalphabet zu betrachten, d. h. als ein solches, in dem die ideelle Bedeutung der Bildzeichen völlig unbeachtet bleibt und letztere nur phonetisch, als Lautzeichen, behandelt werden. Ein solches Lautalphabet, seiner Natur und Grundform nach ein Sylbenalphabet, war geeignet alle Bedürfnisse graphischer Darstellung von dem Lautsysteme einer Sprache zu befriedigen. „Als die semitische Schrift,“ sagt Lepsius in seiner Abhandlung über die Alphabete, „nach Europa zu indogermanischen Völkern überging, die durchgängig eine weit höhere Tendenz zu strenger Sonderung der Vocale und Consonanten zeigen und hierzu durch die weit höhere Bedeutung des Vocalismus in ihren Sprachen geleitet werden mußten, nahm man überaus wichtige und einflußreiche Veränderungen mit diesen Sylbenalphabeten vor.“ †) Das Streben die Syllabilität aufzuheben fand bei den Hellenen seine volle Befriedigung. So verschaffte die Uebertragung der phönicißchen Zeichen fast allen Küstenländern des Mittelmeeres, ja selbst der Nordwestküste von Afrika, nicht bloß Erleichterung in dem materiellen Handelsverkehr und ein gemeinsames Band, das viele Culturvölker umschlang: nein die Buchstabenschrift, durch ihre graphische Biegsamkeit verallgemeinert, war zu etwas höherem berufen. Sie wurde die Trägerin des Edelsten, was in den beiden großen Sphären, der Intelligenz und der Gefühle, des forschenden Sinnes und der schaffenden Einbildungskraft, das Volk der Hellenen errungen und als eine unvergängliche Wohlthat der spätesten Nachwelt vererbt hat.

Die Phöniciër haben aber nicht bloß vermittelnd und anregend die Elemente der Weltanschauung vermehrt; sie haben auch ersfinderisch und selbstthätig nach einzelnen Richtungen hin den Kreis des Wissens erweitert. Ein industrieller Wohlstand, der auf eine ausgebreitete Schifffahrt und auf den Fabriksleiß von Sidon in weißen und gefärbten Glaswaaren, in Geweben und Purpurfärberei gegründet war, führte hier wie überall zu Fortschritten in dem mathematischen und chemischen Wissen, vorzüglich aber in den technischen Künsten. „Die Sidonier“, sagt Strabo, „werden geschildert als strebsame Forscher sowohl in der Sternkunde als in der Zahlenlehre, wobei sie ausgingen von der Rechenkunst und Nachtschifffahrt: denn beides ist dem Handel unentbehrlich.“ ‡) Um den Erdbraum zu messen, der durch phönicißche Schifffahrt und phönicißchen Caravanenhandel zuerst eröffnet wurde, nennen wir die Ansiedelung im Pontus an der bithynischen Küste (Pronectus und Bithynium), wahrscheinlich in sehr früher Zeit; den Besuch der Cycladen und mehrerer Inseln des ägäischen Meeres zur Zeit des homerischen Sängers; das silberreiche fühlische Spanien (Tartessus und Gades); das nördliche Afrika westlich von der kleinen Syrte (Utica, Hadrumetum und Carthago); die Zinn=||) und Bernsteinländer des Nordens

wichte, Münzfüße und Maasse des Alterthums in ihrem Zusammenhang 1838 S. 12 und 273.

*) S. die Stellen gesammelt in Otfried Müller, *Minyer* S. 115 und *Dorier* Abth. I. S. 129; *Frantz*, *Elementa Epigraphices graecae* 1840 p. 13, 32 und 34.

†) Lepsius in seiner Abhandlung über die Anordnung und Verwandtschaft des Semitischen, Indischen,

Alt-Perfischen, Alt-Aegyptischen und Aethiopischen Alphabets 1836 S. 23—28 und 57; *Gesenius*, *Scripturae Phoeniciae Monumenta* 1837 p. 17

‡) Strabo lib. XVI pag. 757.

||) Die Bestimmung des Zinnlandes (Britannien, die Scilly-Inseln) ist leichter als die der Bernsteinfüße; denn daß die alt-griechische Benennung *κασσίτερος*, schon in den homerischen Zeiten verbreitet,

von Europa; zwei Handelsfactoreien*) im persischen Meerbusen (Tylos und Arabus, die Baharein-Inseln).

Der Bernsteinhandel, welcher wahrscheinlich zuerst nach den westlichen cimprischen Küsten †) und dann später nach der Ostsee, dem Lande der Aesther, gerichtet war, verdankt der Kühnheit und der Ausdauer phöniciſcher Küstenschiffer seinen ersten Ursprung. Er bietet uns in seiner nachmaligen Ausdehnung für die Geschichte der Weltanschauung ein merkwürdiges Beispiel von dem Einflusse dar, den die Liebe zu einem einzigen fernen Erzeugniß auf die Eröffnung eines inneren Völkerverkehrs und auf die Kenntniß großer Länderstrecken haben kann. So wie die phocäischen Massilier das britische Zinn quer durch

von einem zinnreichen Berge Cassius im südwestlichen Spanien hergeleitet sei, welchen der dieser Gegend sehr fundige Avienus zwischen Gabbir und die Mündung eines kleinen südlichen Ibersus verlegt (Hert, Geogr. der Griechen und Römer Th. II. Abth. 1. S. 479), ist mir sehr unwahrscheinlich. Kassiteros ist das altindische Sanskritwort kastira. Zinn (isländ., dän., engl., tin, schwed. tenn) heißt in der malayischen und javanischen Sprache timah, eine Lautähnlichkeit, welche fast an die die des altgermanischen glessum (Name für den durchsichtigen Bernstein) mit unserem Worte Glas erinnert. Die Benennungen von Baaren und Handelsartikeln (s. oben S. 245 und Anm. †) gehen von einem Volke zum anderen in die verschiedenen Sprachfamilien über. Durch den Verkehr, welchen die Phönicier von ihren Factoreien in dem persischen Meerbusen aus mit der Ostsee von Indien trieben, hat das Sanskritwort kastira, welches ein so nützliches hinter-indisches Product bezeichnete und sich unter den alt-aramäischen Idiomen noch jetzt im Arabischen als kasdir findet, den Griechen bekannt werden können, ehe selbst Albion und die britannischen Kastiteriden besucht wurden. (Aug. Wils. v. Schlegel in der Indischen Bibliothek Bd. II. S. 393; Benfey, Indien S. 307; Pott, etymol. Forschungen Th. II. S. 414; Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. S. 239.) Eine Benennung wird oft ein geschichtliches Denkmal, und die etymologische zergliedernde Sprachforschung, von Unkundigen verspottet, trägt ihre Früchte. Den Alten war auch das Zinn, eines der seltensten Metalle auf unserem Erdboden, im Lande der Artabrer und der Callaei auf dem nordwestlichen iberischen Continente bekannt (Strabo lib. III p. 147, Plin. XXXIV c. 16), also in einer größeren Nähe für die Seefahrt aus dem Mittelmeer als die Kastiteriden (Destrymides des Avienus). Als ich vor meiner Einschiffung nach den canarischen Inseln im Jahr 1799 in Galicien war, wurde noch daselbst im Granitgebirge ein sehr armlicher Bergbau getrieben (s. meine Relation hist. T. I. p. 51 und 53). Dies Vorkommen des Zinnes ist von einiger geognostischen Wichtigkeit wegen des ehemaligen Zusammenhanges von Galicien, der Halbinsel Bretagne und Cornwall.

*) Etienne Duatremere a. a. D. p. 363—370.

†) Die schon früh gedehnte Meinung (Singen's neues Reliquies Magazin Th. II. 1787 S. 339; Sprengel, Gesch. der geogr. Entdeckungen 1792 S. 51; Vogt, krit. Blätter Bd. II. S. 392—403), daß der Bernstein zuerst nur von der westlichen cimbrischen Küste durch Schiffsahrt und vorzüglich durch inneren Tauschhandel auf Landwegen an das Mittelmeer gelangt sei, gewinnt immer mehr Anhang. Die gründlichste und schärfste Untersuchung dieses Gegenstandes enthält Hert's Abhandlung über das Elctrum in der Zeitschrift für die Alterthumswissenschaft 1838 No. 52—55 S. 425—452 (vergl. damit seine Geographie der Griechen und Römer Th. II. Abth. 2. 1832 S. 26—36, Th. III. 1. 1843 S. 86, 175, 182, 320 und 349). Die Massilier, welche Meeren unter Pytheas, nach den Phöniciern, bis in die Ostsee vordringen läßt, überschritten wohl kaum die Mündungen der Weser und Elbe. Die Bernstein-

Insel Glessaria (auch Austrania genannt) steht Plinius (IV, 16) bestimmt westlich vom Vorgebirge der Cimbern in das germanische Meer, und der Zusammenhang mit der Expedition des Germanicus lehrt genugsam, daß nicht eine Insel der Ostsee gemeint sei. Die großen Wirkungen der Ebbe und Fluth in den aestuariis, welche Bernstein auszuwerfen, wo nach Servius Ausbruch „mare vicissim tum accedit, tum recedit,“ passsen ebenfalls nur auf die Küstengegend zwischen dem Helder und der cimbrischen Halbinsel und nicht auf die Ostsee, in der bei Timäus Insel Baltia (Plin. XXXVII, 2) liegen mag. Abalud, eine Lagereise von einem aestuarium entfernt, kann daher nicht die furische Nehrung sein. Vergl. auch über die Fahrt des Pytheas nach der westlichen Küste von Jütland und den Bernsteinhandel längs dem ganzen Littoral von Sagen bis zu den Niederlanden Werlauff, Widrag til den nordste Rasbandels Historie (Kopenh. 1835). Nicht Plinius, sondern erst Tacitus kennt das glessum der Ostsee-Küsten im Lande der Aesther (Aestuarum gentium) und der Veneber, von welchen der große Sprachforscher Schaffarisch (Slawische Alterthümer Th. I. S. 151—166) ungewiß ist, ob sie Slaven oder Germanen waren. Die lebhaftere unmittelbare Verbindung mit der samländischen Ostseeküste und mit den Vestern mittelst des Landweges durch Pannonien über Carnuntum, den ein römischer Ritter unter Nero einschlug, scheint mir in die spätere Periode der römischen Caesaren zu fallen (Wigt, Gesch. Preußens Bd. I. S. 85). Von den Verbindungen zwischen der preussischen Küste und den griechischen Colonien am schwarzen Meere genügen schöne, wahrscheinlich vor Olymp. 85 geprägte Münzen, die man in den neuesten Zeiten im Nepe-District gefunden hat (Lewezow in den Abhandl. der Berl. Akad. der Wiss. aus dem J. 1833 S. 181—224). Zu verschiedenen Zeiten ist wohl auch aus sehr verschiedenen Gegenden das an die Küsten angeschwemmte oder gegrabene (Plin. XXXVII, cap. 2) Electrum, der Sonnenstein in der uralten Erbanus-Mythe, auf See- und Landwegen dem Süden zugeströmt. Der, an zwei Orten in Schwaben gegrabene Bernstein war theilweise sehr dunkel gefärbt. Allerdings wird noch heute bei Raitzschdanz unsern Rameis am Ural Bernstein gesammelt; wir haben Fragmente davon in Braunfels eingebüllt in Katharinenburg erhalten (B. Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 481 und Sir Roderick Murchison in Geology of Russia Vol. I. p. 366). Das den Bernstein oft umschließende fossile Holz hatte früh auch die Aufmerksamkeit der Alten auf sich gezogen. Das damals so kostbare Harz wurde bald der Schwarzpappel (nach dem Eber Scymnus v. 396 pag. 367, Petronne), bald einem Baume aus dem Lebern- oder Fichtengeschlechte (nach Mithribates in Plin. XXXVII cap. 2 und 3) zugeschrieben. Die neuesten vortrefflichen Untersuchungen des Prof. Schimper zu Breslau haben gelehrt, daß die Abhandlung des römischen Sammlers die richtigere war. Vergl. über den fossilen Bernsteinbaum (Pinus succinifer) einer untergegangenen Pflanzenwelt Kosmos 6. Buch I. S. 149 und Berend, organische Reste im Bernstein Bd. I. Abth. 1. 1845 S. 89.

Gallien bis an den Rhodanus führten, so gelangte der Bernstein (electrum) von Volk zu Volk durch Germanien und das Gebiet der Kelten an beiden Abhängen der Alpen zum Padus, durch Pannonien an den Borysthenes. Dieser Landhandel setzte so zuerst die Küsten des nördlichen Océans in Verbindung mit dem adriatischen Meerbusen und dem Pontus. Von Carthago und wahrscheinlich von den 200 Jahre früher gegründeten Ansiedelungen Tartessus und Gades aus haben die Phöniciier einen wichtigen Theil der Nordwestküste von Afrika erforscht, weit jenseits dem Cap Bojader: wenn auch der Chretes des Hanno wohl weder der Chremetes der Meteorologie des Aristoteles, noch unser Gambia ist*). Dort lagen die vielen Städte der Tyrier, deren Zahl Strabo bis zu 300 erhöht und die von den Pharusiern und Nigriten †) zerstört wurden. Unter ihnen war Cerne (Dicaul's Goule nach Vetrogne) die Hauptstation der Schiffe wie der Hauptstapelplatz der colonisirten Küste. Die canarischen Inseln und die Azoren, welche letzteren des Columbus Sohn Don Fernando für die von den Carthagern aufgefundenen Cassiteriden hielt, sind gegen Westen, die Orcaden, Faröer-Inseln und Island sind gegen Norden gleichsam vermittelnde Stationen geworden, um nach dem Neuen Continent überzugehen. Sie bezeichnen die zwei Wege, auf denen zuerst der europäische Theil des Menschengeschlechts mit dem von Nord- und Mittelamerika bekannt worden ist. Diese Betrachtung giebt der Frage, ob und wie früh die Phöniciier des Mutterlandes oder die der iberischen und afrikanischen Pflanzstädte (Gadeira, Carthago, Cerne) Porto Santo, Madeira und die canarischen Inseln gekannt haben, eine große, ich möchte sagen eine weltgeschichtliche Wichtigkeit. In einer langen Verkettung von Begebenheiten spürt man gern dem ersten Kettengliede nach. Wahrscheinlich sind seit der phöniciischen Gründung von Tartessus und Utica bis zur Entdeckung von Amerika auf dem nördlichen Wege, d. i. bis zu Erich Raуда's Uebergang nach Grönland, dem bald Seefahrten bis Nord-Carolina folgten, volle 2000 Jahre: auf dem südwestlichen Wege, welchen Christoph Columbus einschlug, indem er nahe bei dem altphöniciischen Gadeira ausließ, 2500 Jahre verfloßen.

Wenn wir nun nach dem Bedürfnis der Verallgemeinerung der Ideen, welche diesem Werke obliegt, die Auffindung einer Inselgruppe, die nur 42 geographische Meilen von der afrikanischen Küste entfernt ist, als das erste Glied einer langen Reihe gleichmäßig gerichteter Bestrebungen betrachten; so ist hier nicht von einer aus dem Innern des Gemüthes erzeugten Dichtung, von dem Elysion, den Inseln der Seligen die Rede, welche an den Grenzen der Erde im Oceanus von der nahe untergehenden Sonnenscheibe erwärmt werden. In der weitesten Ferne dachte man sich alle Anmuth des Lebens, die kostbarsten Erzeugnisse ‡) der Erde. Das ideale Land, die geographische Mythe des Elysion ward weiter gegen Westen geschoben, über die Säulen des Hercules hinaus, je nachdem die Kenntniß des Mittelmeers bei den Hellenen sich erweiterte. Die wirkliche Weltkunde, die frühesten Entdeckungen der Phöniciier, über deren Epoche keine bestimmte Nachricht zu uns gekommen ist, haben wahrscheinlich nicht zu jener Mythe von seligen Inseln Veranlassung gegeben, es ist die Mythe erst nachher gedeutet worden. Die geographische Entdeckung hat nur ein Phantasie-Gebilde verkörpert, ihm gleichsam zum Substrat gedient.

Wo spätere Schriftsteller (wie ein unbekannter Compiler der dem Aristoteles zugeschriebenen Sammlung wunderbarer Erzählungen, welcher den Timäus benutzte,

*) S. über den Chremetes Aristot. Meteor. lib. I. p. 350 Bess., und über die südlichen Punkte, deren Hanno in seinem Schiffe-Journal Erwähnung thut, meine Rel. hist. T. I. p. 172 und Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 39, 180 und 288, T. III. p. 135. (Gossellin, Recherches sur la Géogr. system. des anciens T. I. p. 94 und 98: Ufert, Zb. I. I. S. 61—66.

†) Strabo lib. XVII, p. 826. Die Zerstörung phöniciischer Colonien durch Nigriten (lib. II. pag. 131) scheint auf eine sehr südliche Lage zu deuten, mehr

vielleicht als die Crocodile und Elephanten, welche Hanno nennt: da beide bestimmt ehemals nördlich von der Wüste Sahara in Maurusien und im ganzen westlichen Atlas gefunden wurden, wie Strabo lib. XVII p. 827, Melian de Nat. Anim. VII. 2, Plin. V. 1 und viele Vorfälle der Kriege zwischen Rom und Carthago beweisen. Vergl. über diesen wichtigen Gegenstand der Geographie die Abiere Cuvier, Ossemens fossiles 2 ed. T. I. p. 74 und Quatremère a. a. D. p. 391—394.)

‡) Herod. III, 106.

oder noch ausführlicher Diodor von Sicilien) der anmuthigen Inseln erwähnen, die man für die canarischen halten kann, wird großer Stürme gedacht, welche die zufällige Entdeckung veranlaßt haben. Phöniciſche und carthagische Schiffe, heißt es, „welche nach den (damals schon vorhandenen) Niederlassungen an der Küste Libyens segelten,“ wurden in das Meer hinausgetrieben. Die Begebenheit soll sich in der frühen Zeit der tyrrenischen Seeherrschaft, in der des Streites zwischen den tyrrenischen Pelasgern und den Phöniciern zugetragen haben. Statius Sebeſus und der numidische König Zuba nannten zuerst die einzelnen Inseln, aber leider nicht mit punischen Namen, wenn auch gewiß nach No- tizen, die aus punischen Büchern geschöpft waren. Weil Sertorius, aus Hispanien vertrieben, nach Verlust seiner Flotte sich mit den Sciren „nach einer Gruppe von nur zwei atlantischen Inseln, 10000 Stadien im Westen vom Ausflusse des Bätis,“ retten wollte, so hat man vermuthet, Plutarch habe die beiden Inseln Porto Santo und Madera gemeint*), welche Plinius nicht un deutlich als *Purpurariae* bezeichnet. Die heftige Meeresströmung, welche jenseits der Hercules-Säulen von Nordwesten gegen Südost gerichtet ist, konnte allerdings die Küstenfahrer lange hindern die vom Continent entferntesten Inseln, von denen nur die kleinere (Porto Santo) im 15ten Jahrhundert bevölkert gefunden ward, zu entdecken. Der Gipfel des großen Vulkans von Teneriffa hat, wegen der Erdkrümmung, auch bei einer starken Strahlenbrechung von den phöniciſchen Schiffen, die an der Continentalküste hinschifften, nicht gesehen werden können; wohl aber nach meinen Untersuchungen von den mächtigen Anhöhen, welche das Cap Bojador umgeben †), besonders bei Feuersausbrüchen und durch den Neſter eines hohen über dem Vulkan stehenden Gewölkes. Behauptet man doch in Griechenland in neueren Zeiten Ausbrüche des Aetna vom Gebirge Taygetos aus gesehen zu haben ‡).

*) Ich habe diesen oft bestrittenen Gegenstand wie die Stellen des Diodor (V, 19 und 20) und Pseudo-Aristoteles (Mirab. Auscult. cap. 85 pag. 172, Bess.) an einem andern Orte umständlich behandelt (Exam. crit. T. I. p. 130—139, T. II. p. 158 und 169 T. III. p. 137—140). Die Compilation der Mirab. Auscult. scheint älter als das Ende des ersten punischen Krieges, da sie (cap. 105 pag. 211) Sardinien unter der Botmäßigkeit der Carthager schildert. Merkwürdig ist auch, daß die waldbreiche Insel, deren dieses Werk erwähnt, als *unbewohnt* (also von Guanſen unbewohnt) beschrieben wird. Guanſen (Guanohes) bewohnten die ganze Gruppe der canarischen Inseln; aber in der That nicht die Insel Madera, auf welcher weder Johann Gonzalez und Tristan Paz 1519, noch der frühere Robert Nafham mit Anna Doriet (falls ihre Robinsonade geschichtlich sicher ist) Einwohner fanden. Seereen bezieht die Beschreibung des Diodor auf Madera allein, doch in dem mit punischen Schriften so vertrauten Festus Avienus (v. 164) glaubt er die häufigen vulkanischen Erdergschütterungen des Pico von Teneriffa (Böen über Politik und Handel Th. II. Abth. I. 1862 S. 106) erkennen zu dürfen. Dem geographischen Zusammenhange nach scheint mir in der Darstellung des Avienus (Exam. critico T. III. p. 138) eine nördlichere Gegenb., vielleicht selbst im Kronischen Meere gemeint zu sein. Der punischen Quellen, die Zuba benutzte, erwähnt auch Ammianus Marcellinus XII, 15. Ueber die Wahrscheinlichkeit des semitischen Ursprungs der Benennung der canarischen Inseln (der *Gundee* Inseln des lateinisch etymologisirenden Plinius!) s. Frebner, die biblische Vorstellung vom Paradies in Jllgen's Zeitschr. für die historische Theologie Bd. VI. 1836 S. 166—186. Am gründlichsten und literarisch vollständigsten ist neuerlich alles, was von den ältesten Zeiten bis zum Mittelalter über die canarischen Inseln geschrieben worden ist, zusammengeſtellt worden in einer Arbeit von Joaquim José da Costa de Macedo unter dem Titel: *Momoria*

em que se pretende provar que os Arabes não descobriam as Canarias antes dos Portuguezes 1844. Wenn neben den Sagen die Geschichte (welche in so fern sie auf sichere und bestimmt ausgebrachte Zeugnisse gegründet ist, so bleiben nur verschiedene Abmilderungen der Wahrscheinlichkeit übrig; ein absolutes Abbläuen alles Wahrscheinlichen in der Weltgeschichte, wo die Zeugnisse unbestimmt sind, scheint mir aber keine glückliche Anwendung der philologischen und historischen Kritik zu sein. Die vielen uns aus dem Alterthume überkommenen Angaben und eine genaue Erwägung der räumlichen Verhältnisse, besonders der großen Nähe von alten, unbestreitbaren Ansiedlungen der afrikanischen Küste lassen mich glauben an eine Kenntniß der canarischen Inselgruppe bei den Phöniciern, Carthagern, Griechen und Römern, vielleicht selbst bei den Etruskern.

†) Vergl. die Berechnungen in meiner *Rel. hist. T. I. p. 140 und 287*. Der Pico von Teneriffa ist 2°49' im Bogen von dem nächsten Punkte der afrikanischen Küste entfernt. Bei einer Annahme mittlerer Strahlenbrechung von 0,08 kann der Gipfel des Pico also von einer Höhe von 202 Toisen gesehen werden, also von den Montañas negras unsern des Vorgebirges Bojador. In dieser Rechnung ist der Pico zu 1904' über der Meeresfläche angenommen. Neuerlich haben ihn trigonometrisch Capitän Wiball 1940, die Herren Coupyent und Dumoulin barometrisch 1900' hoch gefunden (b'Arville, Voyage au Pol Sud, Hist. T. I. 1842 p. 31 und 32). Aber Venerote mit einem 300' hohen Vulkan, la Corona (Keop. v. Buch, canarische Inseln S. 104) und Fortaventura liegen der Küste viel höher als Teneriffa: die erste dieser Inseln in 1°15', die zweite in 1°2' Entfernung.

‡) Hoff hat der Behauptung nur als einer Sage erwähnt, in *Hellenika* Bd. I. S. XI. Sollte die Beobachtung nicht auf einer bloßen Täuschung beruhen? Wenn man die Höhe des Aetna über dem Meere zu 1704 Toisen (Br. 37°45', Länge 12°41' von Paris), die des Beobachtungsortes auf dem Taygetus am

In der Aufzählung der Elemente einer erweiterten Erdkenntniß, welche früh den Griechen aus anderen Theilen des mittelländischen Meerbeckens zuströmten, sind wir bisher den Phöniciern und Carthagern in ihrem Verkehr mit den nördlichen Zinn- und Bernsteinländern wie in ihren der Tropengegend nahen Ansiedelungen an der Westküste von Afrika gefolgt. Es bleibt uns übrig an eine Schifffahrt gegen Süden zu erinnern, welche die Phönicier tausend geographische Meilen östlich von Cerene und Hanno's Westhorne weit über den Wendekreis in das prasobische und indische Meer führte. Mag auch Zweifel über die Localisirung der Namen von fernen Goldländern (Dphir und Supara) übrig bleiben, mögen diese Goldländer die Westküste der indischen Halbinsel oder die Ostküste von Afrika sein: immer ist es gewiß, daß derselbe regsame, alles vermittelnde, früh mit Buchstabenschrift ausgerüstete semitische Menschenstamm von den Kassiteriden an bis südlich von der Straße Bab-el-Mandeb tief innerhalb der Tropen-Region in Contact mit den Erzeugnissen der verschiedenartigsten Klimate trat. Tyrische Wimpel wehten zugleich in Britannien und im indischen Ocean. Die Phönicier hatten Handelsniederlassungen in dem nördlichsten Theile des arabischen Meerbusens in den Häfen von Elath und Ezion-Geber, wie im persischen Meerbusen zu Arabus und Tylos, wo nach Strabo Tempel standen, im Styl der Architectur denen am Mittelmeer ähnlich *). Auch der Caravanenhandel, welchen die Phönicier trieben, um Gewürze und Weihrauch zu holen, war über Palmyra nach dem glücklichen Arabien und dem chaldäischen oder nabatäischen Gerrha am westlichen oder arabischen Gestade des persischen Meerbusens gerichtet.

Von Ezion-Geber aus gingen die Hiram-Salomonischen Expeditionen, gemeinschaftliche Unternehmungen der Tyrier und Israeliten, durch die Meerenge Bab-el-Mandeb nach Dphir (Opheir, Sophir, Sophara, das sanskritische Supara †), des Ptolemäus). Der prachtliebende Salomo ließ eine Flotte am Schilfmeere bauen, Hiram gab ihm seefundige phöniciische Schiffsleute und auch tyrische Schiffe, Tarschischfahrer ‡). Die Waaren, welche aus Dphir zurückgebracht wurden, waren Gold, Silber, Sandelholz (al-gummim), Edelgesteine, Elfenbein, Affen (kophim) und Pfauen (thukkiim). Die Namen für diese Waaren sind nicht hebräisch, sondern indisch ||). Nach den scharfsinnigen Unter-

Eliaz-Berge zu 1236 Toisen (Br. 36° 57', Länge 20° 1') und die Entfernung beider 84 geogr. Meilen annimmt, so ergeben sich für die Höhe des Punktes, von welchem der Lichtstrahl über dem Aetna ausging, um auf dem Targetos gehen zu werden, volle 7612 Toisen, also 4mal die Höhe des Aetna. Konnte man dagegen, bemerkt mein Freund Herr Professor Ende, den Reflex einer zwischen dem Aetna und Targetos stehenden reflectirenden Fläche, d. i. den Reflex eines Gewölfs annehmen, das 46 Meilen vom Aetna und 42 Meilen vom Targetos entfernt wäre, so bräuhete die Höhe der reflectirenden Fläche über dem Meeresspiegel nur 286 Toisen zu sein.

*) Strabo lib. XVI, p. 767 Casaub. Nach Ptolemäus sollte man vom Gebirge Aimen den Pentus und das Adriatische Meer sehen können, was schon Strabo (lib. VII p. 313) bestritten. (Vergl. Scymnus p. 93.)

†) Ueber die Synonymie von Dphir s. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. II, p. 42. Ptolemäus hat lib. VI cap. 7 p. 156 ein Sapphara, Metropolis von Arabien, und lib. VII cap. 1 p. 168 Supara im Golf von Cambosa (Barigazenus sinus, nach Hesychius), „eine an Gold reiche Gegend!“ Supara bedeutet indisch Schöner. (Lassen, Diss. de Tapobrane p. 18 und indische Alterthumskunde Bd. I. S. 107; Keil, Professor in Dorpat, über die Hiram-Salomonische Schifffahrt nach Dphir und Tarsis S. 40—45.)

‡) Ob Tarsischiffe Weltmeerschiffe sind? ob sie, was Michaelis bestreitet, vom phöniciischen Tarsus in Cilicien ihren Namen haben? S. Keil S. 7, 15—22 und 71—84.

§) Gesenius, Thesaurus linguae hebr. T. I. p. 141 und derselbe in der Encycl. von Ersch und Gruber Sect. III. Th. IV. S. 401; Lassen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 538; Reinaud, Relation des Voyages faits par les Arabes dans l'Inde et en Chine T. I. 1845 p. XXVIII. Der gelehrte Duatremère, der Dphir in einer ganz neuerlich erschienenen Abhandlung (Mémoires de l'Académie des Inscriptions T. XV. P. 2. 1845 p. 349—402 wieder wie Sceren für die östliche Küste von Afrika hält, erklärt das Wort thukkiim (thukkiyyim) nicht durch Pfau, sondern durch Vorka oder Perlhuhn (p. 375). Ueber Sokotora vergl. Bohlen, das alte Indien Th. II. S. 139 mit Benfey, Indien S. 30—32. Soffala wird von Edrissi (in Amédes Jaubert's Uebersetzung T. I. p. 67) und später nach Gama's Entdeckungsreise von den Portugiesen (Barros Dec. I. liv. X cap. 1 (P. 2.) p. 375; Kütz, Geschichte der Entdeckungsreisen Th. I. 1841 S. 236) als ein gelbes Land beschrieben. Ich habe an einem anderen Orte darauf aufmerksam gemacht, daß Edrissi in der Mitte des 12ten Jahrhunderts von der Anwendung des Quecksilbers in den Goldwäschen der Neger dieser Gegend als einer längst eingeführten Amalgamations-Methode spricht. Wenn man der häufigen Verwechslung von r und l gedenkt, so findet sich der Name des ost-afrikanischen Soffala vollkommen wieder in der Form Sophara, welche für das Salomonisch-Hiramiche Dphir in der Uebersetzung der Septuaginta neben mehreren anderen Formen vorkommt. Auch Ptolemäus kennt, wie wir schon oben (§. Anmerkung f) erwähnt, ein Sapphara in Arabien (Ritter, Asien Bd. VIII, 1, 1846 S. 252) und

suchungen von Geseinius, Bensley und Lassen ist es überaus wahrscheinlich, daß die durch ihre Colonien am persischen Meerbusen und ihren Verkehr mit den Verrhäern der periodisch wehenden Monsune früh kundigen Phönicier die westliche Küste der indischen Halbinsel besuchten. Christoph Columbus war sogar überzeugt, daß Ophir (Salomo's Eldorado) und der Berg Sopora ein Theil von Ost-Asien, von der Chersonesus aurea des Ptolomäus sei*). Wenn es schwierig scheint sich Vorder-Indien als eine ergiebige Quelle des Goldes zu denken, so glaube ich, daß man, nicht etwa an die „goldsuchenden Amelken“ oder an Ktesias unverkennbare Beschreibung eines Hüttenwerkes, in welchem aber nach seinem Vorgeben Gold und Eisen zugleich geschmolzen wurde†), sondern nur an die Verhältnisse der geographischen Nähe des südlichen Arabiens, der von indischen Ansiedlern bebauten Insel des Dioscorides (Diuzokotora der Neueren, Verstümmelung des sanskritischen Dvipa Sukhatara), und an die goldführende ost-afrikanische Küste von Sofala zu erinnern braucht. Arabien und die eben genannte Insel, südöstlich von der Meerenge Babel-Mandeb, waren für den phöniciisch-jüdischen Handelsverkehr gleichsam vermittelnde Elemente zwischen der indischen Halbinsel und Ost-Afrika. In diesem hatten sich seit den ältesten Zeiten Inder wie auf einer ihrem Vaterlande gegenüberstehenden Küste niedergelassen, und die Ophirfahrer konnten in dem Bassin des erythräisch-indischen Meeres andere Quellen des Goldes als Indien selbst finden.

Nicht so vermittelnd als der phöniciische Stamm, auch den geographischen Gesichtskreis weniger erweiternd, und früh schon unter dem griechischen Einflusse eines seawärts einbrechenden Stromes pelasgischer Tyrrhener, zeigt sich uns das düstre, strenge Volk der Tusker. Es trieb einen nicht unbeträchtlichen Landhandel durch das nördliche Italien über die Alpen, da wo eine heilige Straße‡) von allen umwohnenden Stämmen geschützt wurde, nach fernen Bernsteinländern. Fast auf demselben Wege scheint das tuscische Urvolk der Rasener aus Rhätien an den Padus und weiter südlich gelangt zu sein. Am wichtigsten ist für uns nach dem Standpunkte, den wir hier einnehmen, um immer das Allgemeinste und Dauerndste zu erfassen, der Einfluß, welchen das Gemeinwesen Etruens auf die ältesten römischen Staatseinrichtungen und so auf das ganze römische Leben ausgeübt hat. Man darf sagen, daß ein solcher Nester (in so fern er durch das Römerthum die Bildung der Menschheit gefördert oder wenigstens auf Jahr-

ein Supara in Indien. Auf nahe oder gegenüberstehenden Küsten hatte, wie wir noch heute ähnliche Verhältnisse in dem spanisch und englisch lebenden Amerika wiederfinden, das Mutterland seine eigenen bebrutenden Sanskritnamen reflectirt. Das Gebiet des Ophirhandels konnte also nach meiner Ansicht ebenso erweitert werden, wie eine phöniciische Tartschusfabri Tyrene und Carthago, Gadeira und Cerne, und eine Kassiteridenfabri zugleich die Artabrer, Britannien und die eimbrische Küste berühren konnte. Auffallend ist es immer, daß Weidrausch, Gemüthe, Seide und baumwollene Zeugnisse nicht unter den Ophirwaaren neben Elfenbein, Affen und Fäuen genannt werden. Die letzten sind ausschließlich indisch, wenn sie auch wegen ihrer allmählichen Verbreitung gegen Westen von den Griechen oft meißische und persische Vögel genannt worden sind, ja die Samier sogar wegen der im Seligthum der Sere von Priestern genährten Fäuen sie für ursprünglich samisch hielten. Aus einer Stelle des Eustathius (Comm. in Iliad. T. IV. p. 225 ed. Lips. 1827) über die Seligkeit der Fäuen in Libyen da man mit Unrecht schließen wollen, daß der *raas* auch Afrika angehört.

*) S. Columbus über Ophir und el Monte Sopora, „den Salomo's Flotte erst in drei Jahren erreichen konnte,“ in Navarrete Viages y descubrimientos que hicieron los Españoles T. I. p. 103. An einem anderen Orte sagt der große Entdecker, immer in der Hoffnung, Ophir zu erreichen: „Die Herrlichkeit und

Macht des Goldes von Ophir sind unbeschreiblich. Wer es besitzt, thut was er will in dieser Welt; ja, es glückt ihm sogar, die Seelen aus dem Fegefeuer in das Paradies zu ziehen (llega á que echa las animas al paraíso).“ Carta del Almirante escrita en la Jamaica 1503 (Navarrete T. I. p. 309). — Vergl. mein Examen critique T. I. p. 70 und 109, T. II. p. 38—44, und über die eigentliche Dauer der Tartschusfabri Reil S. 106.

†) Ctosias Cnidii Operam Reliquias ed. Felix Baehr 1824 cap. 4 und 12 p. 248, 271 und 300. Aber die aus einheimischen Quellen gesammelten und deshalb gar nicht so verwerrlichen Nachrichten des Arztes am persischen Hofe beziehen sich auf Gegenben im Norden von Indien, und aus diesen müßte das Gold der Daradas auf vielen Umwegen nach Abhira, nach der Indus-Mündung und der Malabar-Küste gelangt sein; vergl. meine Asia centrali T. I. p. 157 und Lassen, ind. Alterthumsk. Ab. I. S. 5. Sollte die wunderbare Angabe des Ktesias von einer indischen Quelle, in deren Grunde man Eisen, und zwar sehr schmelzbares fand, wenn das flüssige Gold abgelaufen ist, sich nicht auf die misverständliche Erzählung von einem Hüttenwerke gründen? Man hielt das geschmolzene Eisen seiner Farbe wegen für Gold, und wenn nun die gelbe Farbe beim Erkalten verschwunden war, fand man die schwarze Eisenmasse darunter.

‡) Aristot. Mirab. Auscult. cap. 86 und 111, pag. 175 und 225 Bessl.

hundert eigenthümlich gestempelt hat) in seinen abgeleiteten und entfernten Aeußerungen politisch noch heute fortwirkt*).

Ein eigenthümlicher, hier besonders zu bezeichnender Charakterzug des tuscischen Stammes war die Neigung zu einem innigen Verkehr mit gewissen Naturerscheinungen. Die Divination (das Geschäft der ritterlichen Priestercaste) veranlaßte eine tägliche Beobachtung der meteorologischen Processe des Luftkreises. Die Blizschauer (*Fulguratoren*) beschäftigten sich mit Erforschung der Richtung der Blize, dem „Herabziehen“ und dem „Abwenden“ derselben†). Sie unterscheiden sorgfältig Blize aus der hohen Wollenregion von denen, welche Saturn, ein Erdgott‡), von unten aufsteigen läßt und die man saturnische Erdblize nannte: ein Unterschied, welchen die neuere Physik wieder einer besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt hat. So entstanden officiële Verzeichnisse täglicher Gewitter-Beobachtungen§). Auch die von den Tusfern geübte Kunst des Wasser-spürens (*aquaclivium*) und Quellen-Hervorlockens setzte bei den *Aquilegen* eine aufmerksame Erforschung natürlicher Merkmale der Schichtung des Gesteins und der Unebenheiten des Bodens voraus. Diodor preist deshalb die Tusker als forschende Naturkundige. Wir wollen zu diesem Lebe hinzusetzen, daß die vornehme und mächtige Priestercaste von *Tarquini* das seltsame Beispiel einer Begünstigung des physikalischen Wissens dargeboten hat.

Wir haben, ehe wir zu den Hellenen, zu dem hochbegabten Stamme übergehen, in dessen Cultur die unsrige am tiefsten wurzelt und aus dessen Ueberlieferungen wir einen wichtigen Theil aller früheren Völkerkunde und Weltansicht schöpfen, die alten Sitze der Menschenbildung in Aegypten, Phönicien und Etrurien genannt. Wir haben das Becken des Mittelmeers in seiner eigenthümlichen Gestaltung und Weltstellung, in dem Einfluß dieser Verhältnisse auf den Handelsverkehr mit der Westküste von Afrika, mit dem hohen Norden, mit dem arabisch-indischen Meere betrachtet. An keinem Punkte der Erde ist mehr Wechsel der Macht und unter geistigem Einfluß mehr Wechsel eines bewegten Lebens gewesen. Die Bewegung hat sich durch Griechen und Römer, besonders seitdem letztere die phöniciſch-carthagische Macht gebrochen, weit und dauernd fortgepflanzt. Dazu ist das, was wir den Anfang der Geschichte nennen, nur das Selbstbewußtsein später Generationen. Es ist ein Vorzug unserer Zeit, daß durch glänzende Fortschritte in der allgemeinen und vergleichenden Sprachkunde, durch das sorgfältigere Aufsuchen der Monumente und die sichere Deutung derselben sich der Blick des Geschichtsforschers täglich erweitert, daß schichtweise sich

*) Die *Etrusker* von *Dietrich Müller* Abth. II. S. 350; *Niebuhr*, römische Geschichte Th. II. S. 380.

†) Wenn man ehemals in Deutschland dem Vater *Angelo Cortenovis* nachsahelte, daß das von *Varro* beschriebene, mit einem ehernen Hut und ehernen herabhängenden Ketten gezierte Grabmal des Helven von *Clusium*, *Lars Porrena*, ein atmosphärischer *Electricitäts-Sammler* oder ein *Blitzableitungs-Apparat* (wie nach *Michaelis* die metallenen Spitzen auf dem *Salomonischen Tempel*) gemeint sei; so geschah dies zu einer Zeit, in der man den alten Völkern gern die Reste einer geoffenbarten, bald aber wieder verbunfelten Urphysik zuschrieb. Ueber den nicht schwer aufzufindenden Verkehr zwischen Blitz und leitenden Metallen scheint mir noch immer die wichtigste Notiz die des *Aetias* (*Indica* cap. 4 pag. 169 ed. Lion, pag. 248 ed. Bahr) zu sein. „Er habe“, heißt es, „zwei eiserne Schwerdter besessen, Geschenke des Königs *Artaxerxes* (*Memon*) und dessen Mutter (*Parysatis*): Schwerdter, welche, in die Erde gepflanzt, Gewiß, Hagel und Blitzstrahlen abwendeten. Er habe die Wirkung selbst gesehen, da der König zweimal vor seinen Augen das Experiment gemacht.“ — Die genaue Aufmerksamkeit der Tusker auf die meteorologischen Processe des Luftkreises, auf alles, was von der gewöhnlichen Naturerscheinung abwich, macht es gewiß beflagenwerth, daß von den *Fulgura-*

Büchern nichts auf uns gekommen ist. Die Epochen der Erscheinung großer Cometen, des Falls von Meteorsteinen und Sternschnuppenschwärmen waren gewiß darin eben so ausgezeichnet als in den von *Eduard Biot* benutzten älteren chinesischen Annalen. *Creuzer* (*Symbolik und Mythologie der alten Völker* Th. III. 1842 S. 659) hat zu zeigen gesucht, wie die Naturbeschaffenheit von Etrurien auf die eigenthümliche Geistesrichtung der Bewohner wirken konnten. Ein *Hervorlocken* der Blize, welches dem *Prometheus* zugeschrieben wird, erinnert an das sonderbare vorgebildete *Herabziehen* der Blize durch die *Fulguratoren*. Es bestand aber diese Operation in einem bloßen *Gerabbeschwören*, und mag wohl nicht wirksamer gewesen sein als der abgehäutete Eselskopf, durch den nach tuscischen Religionsgebräuchen man sich vor einem Ungewitter schützen konnte.

‡) *Dietrich Müller*, *Etrusker* Abth. II. S. 162 bis 178. Nach der sehr verwickelten etruscischen *Agnaltheorie* unterschied man die sanfter erinnernden Blize, welche *Jupiter* aus eigener Machtvollkommenheit sendet, von den bestigeren elektrischen *Zuchtmitteln*, die *Jupiter* constitutionsmäßig nur nach vorübergehender Verabreichung aller zwölf Götter senden durfte (*Seneca*, *Nat. Quaest.* II, 41).

§) *Josephus* *de Oſtentia* ed. *Saſe* pag. 18 in praefat.

ein höheres Alterthum unseren Augen zu offenbaren beginnt. Neben den Culturvölkern des Mittelmeers, die wir oben aufgeführt, zeigen noch manche andere Stämme Spuren alter Bildung: in Vorder-Asien die Phrygier und Lycier, im äußersten Westen die Turduler und Turdetaner *). Von diesen sagt Strabo: „sie sind die gebildeten aller Iberer, bedienen sich der Schreibkunst und haben Schriftbücher alter Denkzeit, auch Gedichte und Gesetze in Versmaß, denen sie ein Alter von sechstausend Jahren beilegen.“ Ich habe bei diesem einzelnen Beispiele verweilt, um daran zu erinnern, wie vieles von einer alten Cultur selbst bei europäischen Nationen für uns spurlos verschwunden ist, wie die Geschichte der frühesten Weltanschauung auf einen engen Kreis beschränkt bleibt.

Ueber den 48sten Breitengrad hinaus, nördlich vom asowschen und caspischen Meere, zwischen dem Don, der nahen Wolga und dem Jaik, wo dieser dem goldreichen südlichen Ural entquillt, sind Europa und Asien durch flache Steppenländer wie in einander verschlossen. Auch betrachtet Herodot wie schon Pherecydes von Syros das ganze nördliche scythische Asien (Sibirien) als zum sarmatischen Europa gehörig †), ja als Europa selbst. Gegen Süden ist unser Erdtheil von Asien scharf getrennt; aber die weit vorgestreckte kleinasiatische Halbinsel wie der formreiche Archipelagus des ägäischen Meeres (gleichsam eine Völkerbrücke zwischen zwei Welttheilen) haben den Menschenstämmen, den Sprachen und der Gestattung leichten Uebergang gewährt. Vorder-Asien ist seit der frühesten Zeit die große Heerstraße von Osten her einwandernder Völker gewesen, wie der Nordwesten von Hellas die Heerstraße vordringender illyrischer Stämme war. Die ägäische Inselwelt, welche theilweise nach einander phöniciſcher, persischer und griechischer Herrschaft unterlag, war das vermittelnde Glied zwischen dem Griechenthum und dem fernen Orient.

Als das phrygische Reich dem lydischen und dieses dem Perserreiche einverleibt wurde, erweiterte der Contact den Ideencreis der asiatischen und europäischen Griechen. Die persische Welt Herrschaft erstreckte sich durch die kriegerischen Unternehmungen des Cambyses und Darius Hystaspis von Cyrene und dem Nil bis in die Fruchtländer des Euphrats und des Indus. Ein Grieche, Scylar von Karyanda, wurde gebraucht, den Lauf des Indus von dem damaligen Gebiete von Kaschmir (Kaspapyrus ‡) bis zu seiner Mündung zu erforschen. Der Verkehr der Griechen mit Aegypten (mit Naucratis und dem pelusischen Nilarme) war schon lebhaft vor der persischen Eroberung, er war es unter Psammetich und Amasis ||). Die hier geschilderten Verhältnisse entzogen viele Griechen dem heimischen Boden, nicht etwa bloß bei Stiftung von fernen Colonien, deren wir später erwähnen werden, sondern um als Söldner den Kern fremder Heere zu bilden: in Carthago ¶), Aegypten, Babylon, Persien und dem bactrischen Drus-Lande.

Ein tieferer Blick in die Individualität und volksthümliche Gestaltung der verschiedenen griechischen Stämme hat gezeigt, daß, wenn bei den Doriern und theilweise bei den Aeoliern eine ernste, fast innungsartige Abgeschlossenheit herrscht, dem heiteren ionischen Stamme dagegen ein durch Forscbegier und Thatkraft unaufhaltsam angeregtes, nach innen und außen bewegtes Leben zuzuschreiben ist. Von objectiver Sinnesart geleitet, durch Dichtung und Kunst phantastisch verschönert, hat das ionische Leben überall, wo es in den Pflanzstädten verbreitet war, die wohlthätigen Reime fortschreitender Bildung ausgestreut.

War dem Charakter der griechischen Landschaft **) der eigenthümliche Reiz einer

*) Strabo lib. III. p. 139 Casaub. Vergl. Wilhelm von Humboldt über die Urbewohner Hispaniens 1821 S. 123 und 131—136. Mit der Entzifferung des iberischen Alphabets hat sich neuerlichst Herr de Saulcy glücklich beschäftigt, wie der scharfsinnige Entdecker der Keilschrift Grotefend mit den Phrygiern und Sir Charles Fellows mit den Lyciern. (Vergl. Noß, Hellenika 1846 Bd. I. S. XVI.)

†) Herod. IV. 42 (Schweiggäuser ad Herod. T. V. p. 204). Vergl. Humboldt, Asie centrale T. I. p. 54 und 577.

‡) Ueber die wahrscheinlichste Etymologie von Kaspapyrus des Ptolemaeus (Fragm. ed. Maassen No. 179 v. 94) und Kaspapyrus des Herodot (III. 102 und IV. 44) s. meine Asie centrale T. I. p. 101—104.

||) Psammetek und Amasis, s. oben Rosmos Buch II. S. 254.

¶) Drossen, Geschichte der Bildung des hellenistischen Staatensystems 1843 S. 23.

**) Rosmos Buch II. S. 195.

innigen Verschmelzung des Festen und Flüssigen gegeben, so mußte die Gliederung der Völkerverform, welche diese Verschmelzung begründet, auch früh die Griechen zu Schifffahrt, zu thätigem Handelsverkehr und zu der Verührung mit Fremden anreizen. Auf die Seeherrschaft der Creter und Rhodier folgten die, freilich anfangs auf Menschenraub und Plünderung gerichteten Expeditionen der Samier, Phocäer, Taphier und Thesproten. Die Hesiodische Abneigung gegen das Seeleben bezeugt wohl nur eine individuelle Ansicht oder die schüchterne Unkunde in der Nautik bei anfangender Besitzung im Festlande von Hellas. Dagegen haben die ältesten Sagen Geschichten und Mythen Bezug auf weite Wanderungen, auf eine weite Schifffahrt, eben als erfreue sich die jugendliche Phantasie des Menschengeschlechts an dem Contraste zwischen den idealen Schöpfungen und einer beschränkten Wirklichkeit; so die Züge des Dionysus und Hercules (Melcarth im Tempel zu Gadeira), die Wanderung der Io *), des oft wieder erstandenen Aristeas, des hyperboreischen Wundermannes Ibaris, in dessen leitendem Pfeile †) man ein Compaß zu erkennen gewöhnt hat. In solchen Wanderungen spiegeln sich gegenseitig Begebenheiten und alte Weltansichten; ja die fortschreitende Veränderlichkeit der letzteren wirkt auf das Mythisch-Geschichtliche zurück. In den Irrfahrten der von Troja zurückkehrenden Helden ließ Aristonitus den Menelaus selbst Afrika mehr denn 500 Jahre vor Neko umschiffen ‡) und von Gadeira nach Indien segeln.

In der Periode, die wir hier behandeln, in dem Griechenthum vor dem macedonischen Feldzuge nach Asien giebt es drei Begebenheiten, welche einen vorzüglichen Einfluß auf den erweiterten Gesichtskreis hellenischer Weltanschauung gehabt haben. Diese Begebenheiten sind die Versuche aus dem Becken des Mittelmeeres gegen Osten und Westen vorzudringen, und die Gründung zahlreicher Colonien von der Hercules-Straße bis zum nordöstlichsten Pontus: Colonien, welche ihrer politischen Verfassung nach vielgestalteter und den Fortschritten geistiger Bildung günstiger waren als die der Phöniciern und der Carthager im ägäischen Meere, in Sicilien, Iberien, an der Nord- und Westküste von Afrika.

Das Vordringen gegen Osten ungefähr zwölf Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung, 150 Jahre nach Ramses Niamen (Sesostris) wird, als geschichtliche Begebenheit betrachtet, der Zug der Argonauten nach Kolchis genannt. Die wirkliche, aber mythisch eingeleidete, d. h. in der Darstellung mit Idealem, Innerlich-Erzeugtem gemischte Begebenheit ist ihrem einfachen Sinne nach die Erfüllung eines nationalen Bestrebens den unwirthbaren Pontus zu eröffnen. Die Prometheus-Sage und die Entfesselung des feuerzündenden Titanen am Kaukasus auf der östlichen Wanderung des Hercules, das Aufsteigen der Io aus dem Thal des Hybrites ||) nach dem Kaukasus, die Mythe von Phryxus und Helle bezeichnen alle dieselbe Richtung des Weges, die Bestrehung in den eurinischen Pontus vorzudringen, in welchen früh schon sich phöniciische Schiffer gewagt hatten.

*) Wälder, mythische Geographie der Griechen und Römer Th. I. 1832 S. 1—10; Klauen über die Wanderungen der Io und des Herakles in Niebuhrs und Brandis' rheinischem Museum für Philologie, Geschichte und griech. Philosophie Jahrg. III. 1829 S. 293—323.

†) In der Mythe des Ibaris (Herod. IV, 36) fährt der Wundermann nicht auf einem Pfeile durch die Luft, sondern er trägt den Pfeil, „den ihm Pythagoras gab (Sambl. de vita Pythag. XXIX p. 194 Kießling, damit er ihm nützlich werde in allen Hindernissen auf einer langen Irrfahrt;“ Creuzer, Symbolik Th. II. 1841 S. 660—664. Ueber den mehrmals verschwunden und wieder erschienenen Arimaspen-Sänger Aristeas von Proconnesus s. Herod. IV, 13—15.

‡) Strab. lib. I. pag. 38 Casaub.

||) Wahrscheinlich das Thal des Don oder des Kuban; vergl. meine Asie centrale T. II p. 164. — Ptolemaeus sagt ausdrücklich (fragm. 37 ex Schol. Apol-

lon. II, 1214), der Kaukasus habe gebrannt und Typhon sei deshalb nach Italien geflüchtet: eine Notiz, aus welcher Klauen (a. a. D. S. 298) das ideale Verhältniß des Feuerzünders (πυρκαεύς) Prometheus zum Brandberge erklärt. Wenn auch die neuerlichst von Wiegand so gründlich erpäßte geognostische Beschaffenheit des Kaukasus und sein Zusammenhang mit dem vulkanischen inner-asiatischen Thian-schan (Himmelgebirge), den ich an einem andern Orte glaube nachgewiesen zu haben (Asie centrale T. II, p. 55—59), es keineswegs unwahrscheinlich machen, daß sich in den ältesten Sagen des Menschengeschlechts Erinnerungen an große vulkanische Erscheinungen hätten erhalten können; so ist doch wohl eher anzunehmen, daß etymologische Wagnisse die Griechen auf die Hypothese des Brennens geleitet haben. Ueber die Sanskrit-Etymologien von Kaukasus (Glanzberg?) s. Vahlen's und Burdett's Äußerungen in meiner Asie centrale T. I. p. 109.

Vor der dorischen und äolischen Wanderung war das böotische Orchomenos, nahe dem nördlichsten Ende des Sees Kopais, ein durch Handelsverkehr reicher Seestaar der Minyer. Die Argosfahrt aber begann in Iolkos, dem Hauptsitz der thessalischen Minyer am pagasetischen Meerbusen. Zu verschiedenen Zeiten mannigfach umgestaltet, hat sich das Local der Sage, als Ziel und Endpunkt des Unternehmens *), statt des unbestimmten Fernlandes des Aea, an die Mündung des Phasis (Rion) und an Kolchis, einen Sitz älterer Cultur, gebunden. Die Seefahrten der Milesier und ihre zahlreichen Pflanzstädte am Pontus verschafften eine genauere Kenntniss von der Ost- und Nordgrenze des Meeres. Sie gaben dem geographischen Theile der Mythe bestimmtere Umrisse. Eine wichtige Reihe neuer Ansichten bot sich gleichzeitig dar. Von dem nahen caspischen Meere kannte man lange nur das westliche Gestade: noch Hecataeus hält dies westliche Gestade †) für das des freisenden östlichen Weltmeeres selbst. Erst der ehrwürdige Vater der Geschichte lehrte (was nach ihm sechs Jahrhunderte lang, bis Ptolemäus, wiederum bestritten ward), daß das caspische Meer ein von allen Seiten geschlossenes Becken sei.

Auch der Völkerkunde ward in dem nordöstlichen Winkel des schwarzen Meeres ein weites Feld eröffnet. Man erstaunte über die Vielzüngigkeit der Stämme ‡), und das Bedürfniss geschickter Dolmetscher (der ersten Hülfsmittel und roher Werkzeuge vergleichender Sprachkunde) wurde hier lebhaft gefühlt. Tauschhandel leitete von dem, übermäßig groß geglaubten mäotischen Busen durch die Steppe, in welcher jetzt die mittlere Kirghisen-Horde weidet, durch eine Kette scythisch-scolotischer Völkerschaften (ich halte sie für indogermanischen ||) Ursprungs), von den Argippäern und Issedonen zu den goldreichen Arimaspen ¶) an den nördlichen Abfall des Altai. Hier ist das alte Reich der Greise,

*) Ditr. Müller, Minyer S. 247, 254 und 274. Homer kannte nicht den Phasis, nicht Kolchis, nicht die Hercules-Säulen; aber der Phasis wird schon von Hesiodus genannt. Die mythischen Sagen über die Rückkehr der Argonauten durch den Phasis in den östlichen Ocean und den durch die vorgebliebne Bifurcation des Jßter oder durch den gedoppelten, von vulkanischen Erderschütterungen gebildeten Tritonsee (Asia centr. T. I. p. 179, T. III. p. 135—137; Ditr. Müller, Minyer S. 357) sind von besonderer Wichtigkeit für die Kenntniss der frühesten Ansichten über die Gestaltung der Continente. Geographische Phantasien von Peisandros, Timaeus und dem Rhodier Apollonius haben sich übrigens bis in das spätere Mittelalter fortgepflanzt; sie sind bald verwirrende, abschreckende Hindernisse, bald Anreizung zu wirklichen Entdeckungen geworden. Diese Rückwirkung des Alterthums auf die späteren Zeiten, in denen man sich fast mehr von Meinungen als von wirklichen Beobachtungen leiten ließ, wurde leider bisher in der Geschichte der Geographie nicht hinlänglich beachtet. Es ist der Zweck der Anmerkungen zum Kosmos, nicht etwa bloß bibliographische Quellen aus verschiedenen Literaturen zur Erläuterung dessen darzubieten, was im Texte behauptet wird; ich habe in diesen Anmerkungen, die eine freiere Bewegung gestatten, auch einen reichhaltigen Stoff des Nachdenkens niederlegen wollen, so wie ich ihn aus der Erfahrung und aus langen literarischen Studien habe schöpfen können.

†) Hecataei fragm. ed. Klauseu p. 39, 92, 98 und 119. S. auch meine Untersuchungen über die Geschichte der Geographie des caspischen Meeres von Herodot bis zu den Arabern El-Ischrahil, Edrisi und Ibn-el-Bardi, über den Aral-See, die Bifurcation des Drus und den Araxes in der Asia centr. T. II. p. 162—297.

‡) Cramer de studiis, quae veteres ad aliarum gentium contulerint linguas 1844 p. 8 und 17. Die alten Forscher scheinen identisch gewesen zu sein mit dem Stamme der Lagen (Lazi, gentes Colchorum, Plin. VI. 4); die Λαζοι der byzantinischen Schriftsteller; s. Vater (Professor in Kasan) der Argonautenzug aus den Quellen dargestellt, 1845 Heft I. S. 24, Heft II. S. 45, 57 und 103. Im Kaukasus erklingen noch die Na-

men: Alanen (Manethi für das Alanenland), Ossii und Aß. Nach den mit philosophischem Sprachsinne in den Thälern des Kaukasus begonnenen Arbeiten von Georg Rosen enthält die Sprache der Lagen Reste des alten kolchischen Idioms. Der iberische und grussische Sprachstamm begreift: Lazisch, Georgisch, Suanisch und Mingrelisch, alle zur Familie der indogermanischen Sprachen gehörig. Die der Osseten steht dem Gothischen näher als das Litthauische.

§) Ueber die Verwandtschaft der Scythen (Scoloten oder Sacae), Alanen, Gothen, Massageten und Aueti der chinesischen Geschichtsschreiber s. Klaproth in dem Commentar zu dem Voyage de Comte Potocki T. I. p. 129, wie auch meine Asia centrale T. I. p. 400, T. II. p. 252. Procopius sagt selbst ganz bestimmt (de bello gothico IV. 5, ed. Bonn, 1833 Vol. II. pag. 476), daß die Gothen ehemals Scythen genannt wurden. Die Identität der Geten und Gothen hat Jacob Grimm in seiner neuesten Abhandlung über Jordan des 1846 S. 21 erwiesen. Die Behauptung Niebuhrs (s. dessen Untersuchungen über die Geten und Sarmaten in seinen kleinen histor. und philologischen Schriften, 1ste Samml. 1828 S. 362, 364 und 395), daß die Scythen Herodot's zur Familie der mongolischen Völkerschaften gehören, hat um so weniger Wahrscheinlichkeit, als diese Völkerschaften unter dem Joch theils der Chinesen, theils der Sakas oder Kirghisen (Xepcis des Menander) im Anfang des 13ten Jahrhunderts noch weit im Osten von Aien um den Baikal-See wohnten. Herodot unterseidet dazu die fahlschöpfigen Argippäer (IV. 23) von den Scythen; und sind die ersteren „plattnasig“, so haben sie dabei auch „ein langes Kinn“, was nach meiner eigenen Erfahrung keineswegs ein physiognomisches Kennzeichen der Kalmücken oder anderer mongolischer Stämme ist; eher wohl ein Kennzeichen der blonden (germanisirenden?) Auen und Tjingling, welchen die chinesischen Geschichtsschreiber „lange Verbegeisterter“ zutheilen.

¶) Ueber die Wohnplätze der Arimaspen und den Goldverkehr im nordwestlichen Aien zu Herodot's Zeiten s. Asia centrale T. I. pag. 389—407.

der Sitz des meteorologischen Nythus *) der Hyperboreer, welcher mit Hercules welt nach Westen gewandert ist.

Man darf vermuthen, daß der oben bezeichnete, in unseren Tagen durch die sibirischen Goldwäschern wieder so berühmt gewordene Theil des nördlichen Asiens, wie das viele bei den Massageten (von gothischem Stamme) zu Herodots Zeiten angehäuften Gold, eine durch den Verkehr mit dem Pontus eröffnete wichtige Quelle des Reichthums und des Luxus für die Hellenen geworden ist. Ich setze diese Quelle zwischen den 53sten und 55sten Breitengrad. Die Region des Goldlandes aber, von welcher die im Mahabharata und in des Megasthenes Fragmenten genannten Daradas (Darder oder Derder) den Reisenden Nachricht gaben und an welche wegen des zufälligen Doppelsinnes von Thiernamen †) die oft wiederholte Fabel der Riesen-Ameisen geknüpft worden ist, gehört südlicheren Breiten von 35° oder 37° zu. Sie fällt, nach zweierlei Combinationen, entweder in das tibetische Hochland östlich von der Belor-Kette zwischen den Himalaya und Kuen-lün, westlich von Iskardo, oder nördlich von Kuen-lün gegen die Wüste Gobi hin, welche der immer so genau beobachtende chinesische Reisende Hiuen-thsang (aus dem Anfang des 7ten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung) ebenfalls als goldreich beschreibt. Wie viel zugänglicher mußte dem Verkehr der milesischen Colonien an der nordöstlichen Küste des Pontus der nördliche Goldreichthum der Arimaspen und Massageten sein! Es schien mir geeignet in der Geschichte der Weltanschauung hier alles das zu berühren, was als eine wichtige, spät noch wirkende Folge der Eröffnung des Pontus und des ersten Vordringens der Griechen nach Osten betrachtet werden darf.

Die große alles umgestaltende Begebenheit der dorischen Wanderung und der Rückkehr der Herakliden in den Peloponnes fällt ungefähr anderthalb Jahrhunderte nach der halb mythischen Argonautenfahrt, d. h. nach der Eröffnung des Pontus für die griechische Schifffahrt und den Handelsverkehr. Diese Wanderung hat gleichzeitig mit der Gründung neuer Staaten und neuer Verfassungen den ersten Anlaß zu dem System der Anlage von Pflanzstädten gegeben, einem Colonial-System, das eine wichtige Lebensperiode des hellenischen Volkes bezeichnet und am einflussreichsten für die auf intellectuelle Cultur gegründete Erweiterung der Weltansicht geworden ist. Die engere Verkettenung von Europa und Asien ist recht eigentlich durch Ausführung von Colonien begründet worden. Es bildeten dieselben eine Kette von Sinope, Dioscurias und dem taurischen Panticapäum an bis Saguntum und Cyrene, das von der regenlosen Thera gestiftet worden war.

Kein Volk der alten Welt hat zahlreichere und in der Mehrzahl mächtigere Pflanzstädte dargeboten als die Hellenen. Von der Ausführung der ältesten äolischen Colonien, unter

*) „Les Hyperboréens sont un mythe météorologique. Le vent des montagnes (*B'oreas*) sort des Monts *Rhipéens*. Au-delà de ces monts, doit régner un air calme, un climat heureux, comme sur les sommets alpins, dans la partie qui dépasse les nuages. Ce sont là les premiers aperçus d'une physique qui explique la distribution de la chaleur et la différence des climats par des causes locales, par la direction des vents qui dominent, par la proximité du soleil, par l'action d'un principe humide ou salin. La conséquence de ces idées systématiques était une certaine indépendance qu'on supposait entre les climats et la latitude des lieux: aussi le mythe des Hyperboréens, lié par son origine au culte dorien et primitivement boréal d'Apollon, a pu se déplacer du nord vers l'ouest, en suivant Hercule dans ses courses aux sources de l'Ister, à l'île d'Erythia et aux Jardins des Hespérides. Les *Rhipes* au Monts *Rhipéens* sont aussi un nom significatif météorologique. Ce sont les montagnes de l'impulsion ou du souffle glacé (*шаръ*), celles d'où se déchaînent les tempêtes boréales." *Asie centr. T. I.* pag. 392 und 403.

†) Im Hindustani bezeichnet (wie schon Wilford bemerkt) von zwei Vörtern, die verwechselt werden könnten, das eine, *tchianā*, eine große schwarze Ameisenart (woher das *Diminutiv tchianā*, *tchianā*, die kleine gewöhnliche Ameise; das andre, *tchitā*, ein geflecktes Pantherthier, den kleinen Jagdleoparden (*Felis jubata*, Schreb.). Das letzte Wort ist das Sanskritwort *tchitra*, buntfarbig, gefleckt, wie der bengalische Name für das Thier (*tchitābāgh* und *tchitābāgh*, von *bāgh*, sanskr. *vyāghra*, Tiger) beweist. (Büschmann.) — Im Mahabharata (II, 1860) ist neuerlich eine Stelle aufgefunden worden, in der von dem Ameisengolde die Rede ist. „Wilso invenit (*Journ. of the Asiat. Soc.* Vol. VII, 1843 p. 143) mentionem fieri etiam in Indiciis litteris bestiarum aurum effodientium, quas, quum terram effodiant, eodem nomine (*pipilica*) atque formicas Indi nuncupant." Vergl. Schwabed in Megasth. Indiciis 1846 p. 73. Auffallend ist es mir gewesen zu sehen, daß in basaltreichen Gegenden des mexicanischen Hochlandes die Ameisen glänzende Körner von Spaltit zusammentragen, die ich mir aus Ameisenhaufen sammeln konnte.

denen Mytilene und Smyrna glänzten, bis zu der Gründung von Syracus, Croton und Cyrene sind aber auch vier bis fünf Jahrhunderte verflossen. Die Inder und Malayen haben nur schwache Ansiedelungen an der Ostküste von Afrika, in Sokotora (Dioscorides) und im südlichen asiatischen Archipel versucht. Bei den Phöniciern hat sich zwar ein sehr ausgebildetes Colonial-System auf noch größere Räume als das griechische ausgedehnt, indem dasselbe, doch mit sehr großer Unterbrechung der Stationen, sich vom persischen Meerbusen bis Cerne an der Westküste von Afrika erstreckte. Kein Mutterland hat je eine Colonie geschaffen, welche in dem Grade mächtig erobernd und handelnd zugleich gewesen ist, als es Carthago war. Aber Carthago stand trotz seiner Größe in geistiger Cultur und artistischer Bildsamkeit tief unter dem, was in den griechischen Pflanzstädten so herrlich und dauernd unter den edelsten Kunstformen erblühte.

Vergessen wir nicht, daß gleichzeitig viele volkreiche griechische Städte in Kleinasien, im ägäischen Meere, in Unteritalien und Sicilien glänzten; daß, wie Carthago, so auch die Pflanzstädte Miletus und Massilia andere Pflanzstädte gründeten; daß Syracus auf dem Gipfel seiner Macht gegen Athen und die Heere von Hannibal und Hamilkar kämpfte; daß Milet nach Tyrus und Carthago lange Zeit die erste Handelsstadt der Welt war. Indem sich durch die Thatkraft eines, in seinem Inneren oft erschütterten Volkes ein so reich bewegtes Leben nach außen entfaltete, wurden, bei zunehmendem Wohlstande, durch die Verpflanzung einheimischer Cultur überall neue Keime der geistigen National-Entwicklung hervorgerufen. Das Band gemeinsamer Sprache und Heiligtümer umfaßte die fernesten Glieder. Durch diese trat das kleine hellenische Mutterland in die weiten Lebenskreise anderer Völker. Fremde Elemente wurden aufgenommen, ohne dem Griechenthum etwas von seinem großen und selbstständigen Charakter zu entziehen. Der Einfluß eines Contacts mit dem Orient und, über hundert Jahre vor dem Einfall des Cambyses, mit dem noch nicht persisch gewordenen Aegypten war ohnedies seiner Natur nach dauernder als der Einfluß so viel bestrittener, in tiefes Dunkel gehüllter Niederlassungen des Cecrops aus Sais, des Radmus aus Phönicien und des Danaus aus Chemmiz.

Was die griechischen Colonien von allen anderen, besonders von den starren phönici-schen, unterschied und in den ganzen Organismus ihres Gemeinwesens eingriff, entsprang aus der Individualität und uralten Verschiedenheit der Stämme, in welche die Nation sich theilte. Es war in den Colonien wie im ganzen Hellenismus ein Gemisch von bindenden und trennenden Kräften. Diese Gegensätze erzeugten Mannigfaltigkeit in der Ideenrichtung und den Gefühlen, Verschiedenheiten in Dichtungsweise und melischer Kunst; sie erzeugten überall die reiche Lebensfülle, in welcher sich das scheinbar Feindliche, nach höherer Weltordnung, zu mildeinander Eintracht löste.

Waren auch Milet, Ephesus und Kolophon ionisch; Cos, Rhodus und Halikarnass dorisch; Croton und Sybaris achäisch: so übte doch mitten in dieser Vielseitigkeit der Cultur, ja da, wo in Unteritalien Pflanzstädte verschiedener Volksstämme neben einander lagen, die Macht der homerischen Gesänge, die Macht des begeisterten, tiefempfundenen Wortes, ihren allvermittelnden Zauber aus. Bei fest gewurzelten Contrasten in den Sitten und in den Staatsverfassungen, bei dem wechselnden Schwanken der letzteren erhielt sich das Griechenthum ungetheilt. Ein weites durch die einzelnen Stämme errungenes Reich der Ideen und Kunsttypen wurde als das Eigenthum der gesamten Nation betrachtet.

Es bleibt mir übrig in diesem Abschnitt noch des dritten Punktes zu erwähnen, den wir oben als vorzüglich einflußreich auf die Geschichte der Weltansichten neben der Eröffnung des Pontus und der Stiftung der Colonien am Rande des inneren Meerbeckens bezeichnet haben. Die Gründung von Tartessus und Gades, wo ein Tempel dem wandernden Gotte Melkarth (einem Sohne des Bal) geheiligt war, die Pflanzstadt Utica, älter als Carthago, erinnern daran, daß die Phöniciern schon viele Jahrhunderte lang durch den freien Ocean

schiffen, als den Hellenen noch die Straße, die Pindar*) die Gadeirische Pforte nennt, verschlossen war. So wie die Milesier in Osten durch den geöffneten Pontus †) Verbindungen stifteten, durch welche der Landhandel mit dem europäischen und asiatischen Norden und in viel späteren Zeiten mit dem Euxus und Indus belebt wurde, so suchten unter den Hellenen die Samier ‡) und Phocäer §) zuerst aus dem Becken des Mittelmeers gegen Westen vorzubringen.

Coläus von Samos wollte nach Aegypten schiffen, wo zu dieser Zeit der vielleicht nur erneuerte Verkehr mit den Griechen unter Psammitichus begonnen hatte. Er wurde durch Distürme nach der Insel Platea und von da (Herodot fügt bedeutsam hinzu: „nicht ohne göttliche Schickung“) durch die Meerenge in den Ocean getrieben. Nicht bloß der Zufall eines unerwarteten Handelsgewinns in dem iberischen Tartessus, sondern die räumliche Entdeckung, der Eintritt in eine unbekannte, nur mythisch geahndete Welt gab der Begehrtheit Größe und Ruf, so weit im Mittelmeer die griechische Zunge verständlich war. Hier, jenseits der Säulen des Hercules (früher Säulen des Briareus, des Aegäon und Kronos genannt), an dem westlichen Erdrande, auf dem Wege zum Elysium und zu den Hesperiden, sah man zuerst die Urwasser des kreisenden Okeanos ¶), in welchem damals noch der Ursprung aller Flüsse gesucht ward.

Am Phasis war der Schiffer wieder an eine den Pontus begrenzende Küste gelangt, jenseits deren er sich einen Sonnentisch fabeln durfte; südlich von Gadeira und Tartessus ruhte frei der Blick auf dem Unbegrenzten. Dieser Umstand hat anberthalb Jahrtausende lang der Pforte des inneren Meeres eine eigene Wichtigkeit gegeben. Immerfort nach dem Jenseitigen strebend, haben seefahrende Völker, haben hinter einander Phöniciern, Hellenen, Araber, Catalanen, Majorcaner, Franzosen aus Dieppe und La Rochelle, Genueser, Venetianer, Portugiesen und Spanier Versuche gemacht in dem atlantischen Oceane (er galt lange für ein schlammgefülltes, leichtes, nebeliges Dunkelmeer, Mare tenebrosus) vorzubringen: bis gleichsam stationenweise jene südlichen Nationen, von den canarischen Inseln und den Azoren aus, endlich den Neuen Continent erreichten, welchen aber Normannen schon früher und auf anderem Wege erreicht hatten.

Während Alexander den fernen Osten eröffnete, leiteten schon Betrachtungen über die Gestalt der Erde den großen Stagiriten**) auf die Idee der Nähe von Indien zu den Säulen des Hercules; ja Strabo ahndete sogar, „daß in der nördlichen Hemisphäre, vielleicht in dem Parallellkreise, welcher durch die Säulen, die Insel Rhodus und Rhinä geht, zwischen den Küsten des westlichen Europa's und des östlichen Asiens mehrere andere bewohnbare Ländermassen ††) liegen könnten.“ Die Angabe einer solchen Dertlichkeit in der fortgesetzten Längenare des Mittelmeeres hing mit einer großartigen im Alter-

*) Bei Strabo lib. III, p. 172. (Böckh, Pind. fragm. N. 155.) — Die Fahrt des Coläus von Samos fällt nach Ditr. Müller (Prolegomena zu einer wissenschaftlichen Mythologie) in DL 31, nach Letronne's Untersuchung (Essai sur les idées cosmographiques, qui se rattachent au nom d'Atlas p. 9) in DL 35, 1 oder in das Jahr 640. Die Epoche ist von der Gründung von Corone, welche Ditr. Müller (Winzer S. 344, Prolegomena S. 63) zwischen DL 35 und 37 setzt, abhängig, weil man zur Zeit des Coläus (Herod. IV, 152) von Thera noch nicht den Weg nach Libyen kannte. Zum pt setzt die Gründung von Carthago 878, die von Gades 1100 vor Chr.

†) Nach Art der Alten (Strabo lib. II, p. 126) rechne ich den ganzen Pontus sammt der Mäotis, wie geognostische und obsoletische Ansichten es erheischen, zu dem gemeinsamen Becken des großen Inneren Meeres.

‡) Herod. IV, 152.

§) Herod. I, 163, wo den Phocäern sogar die Entdeckung von Tartessus zugeschrieben wird; aber die Handelsunternehmung der Phocäer ward nach Ufert (Geogr.

der Griechen und Römer Ab. I, 1. S. 40) 70 Jahre später als Coläus von Samos.

¶) Nach einem Fragmente des Phavorinus sind die Wörter *Ὠκεανός* (und also auch *ὠκύνη*) keineswegs griechisch, sondern von den Barbaren entlehnt (Sporon de Niephor. Blemm. duobus opusculis 1818 p. 23). Mein Bruder glaubte, daß sie mit den Sanskritwurzeln *ogha* und *ogh* zusammenhängen. (S. Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 33 und 182).

**) Aristot. de Coelo II, 14 (pag. 298, b. Beff.), Meteor. II, 5 (pag. 362 Beff.); vergl. mein Examen critique T. I. p. 125—130. Seneca wagt zu sagen (Nat. Quaest. in praefat. 11): „contemnet curiosus spectator domicilii (terrae) angustias. Quantum enim est quod ab ultimis litoribus Hispaniae usque ad Indos jacet? Paucissimos dierum spatium, si navem suam ventus implevit.“ (Examen crit. T. I. p. 158).

††) Strabo lib. I pag. 65 und 118 Casaub. (Examen crit. T. I. p. 152.)

thum sehr verbreiteten Erdaussicht des Eratosthenes zusammen, nach welcher der ganze alte Continent in seiner weitesten Ausdehnung von Westen nach Osten, ungefähr im Parallel von 36°, eine wenig unterbrochene Hebungslinie darbietet*).

Aber die Expedition des Coläus von Samos bezeichnet nicht bloß eine Epoche, in welcher sich den griechischen Stämmen und den Nationen, auf die ihre Civilisation vererbt wurde, neue Aussicht zu fernen nautischen Unternehmungen entfaltete: sie erweiterte auch unmittelbar den Kreis der Ideen. Ein großes Naturphänomen, das im periodischen Anschwellen des Meeres den Verkehr der Erde mit dem Mond und der Sonne sichtbar macht, fesselte nun zuerst dauernd die Aufmerksamkeit. In den afrikanischen Syrten hatte das Phänomen den Griechen unregelmäßiger geschehen, es war ihnen sogar bisweilen gefährbringend gewesen. Posidonius beobachtete Ebbe und Fluth zu Ilipa und Gadeira, und verglich seine Beobachtungen mit dem, was ihm dort über den Einfluß des Mondes die erfahreneren Phöniciers †) mittheilen konnten.

II.

Feldzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen. — Umgestaltung der Weltverhältnisse. — Verschmelzung des Westens mit dem Osten. — Das Griechenthum befördert die Völkervermischung vom Nil bis zum Euphrat, dem Tigris und Indus. — Plötzliche Erweiterung der Weltansicht durch eigene Beobachtung der Natur wie durch den Verkehr mit altcultivierten, gewerbtreibenden Völkern.

In dem Entwicklungsgange der Menschengeschichte, so fern dieselbe eine innigere Verbindung der europäischen Abendländer mit dem südwestlichen Asien, dem Nilthale und Libyen darstellt, bezeichnen die Heerzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen, der Untergang der Perserherrschaft, der beginnende Verkehr mit Vorder-Indien, die Einwirkung des 116 Jahre dauernden griechisch-bactrischen Reichs eine der wichtigsten Epochen des gemeinsamen Völkerlebens. War die Sphäre der Entwicklung fast maasslos dem Raume nach, so gewann sie dazu noch an intensiver moralischer GröÙe durch das unablässige Streben des Eroberers nach Vermischung aller Stämme, nach einer Welteinheit unter dem begeisterten Einflusse des Hellenismus ‡). Die Gründung so vieler neuer Städte an Punkten, deren Auswahl höhere Zwecke andeutet, die Anordnung und Gliederung eines selbstständigen Gemeinwesens zur Verwaltung dieser Städte, die zarte Schonung der Nationalgewohnheiten und des einheimischen Cultus, — alles bezeugt, daß der Plan zu einem großen organischen Ganzen gelegt war. Was vielleicht ursprünglich diesem Plane nicht angehörte, hat sich, wie es immer in dem Drange vielumfassender Weltbegebenheiten der Fall ist, später aus der Natur der Verhältnisse von selbst entwickelt. Erinnerung man sich nun, daß von der Schlacht am Granicus bis zu dem zerstörenden Einbruch der Saker und Tocharer in Bactrien nur 52 Olympiaden verflossen sind, so bewundert man die Ausdauer und die zauberisch vermittelnde Macht der von Westen eingeführten hellenischen Bildung. Dem Wissen der Araber, der Neuperser und Indier beigemischt, hat diese Bildung ihre Wirksamkeit bis in das Mittelalter ausgeübt: so daß es oft zweifelhaft bleibt, was der griechischen Literatur, was unvermischt dem Erfindungsgeiste jener asiatischen Völker ursprünglich zugehört.

*) Im Diapbragma (der Erdscheibungslinie) des Dicäarchus läuft die Hebung durch den Taurus, die Ketten des Demavend und Hindu-Kho, den nord-türkischen Kuen-lün und das mit ewigen Schnee bedeckte Volkengebirge der chinesischen Provinzen Sze-tschuan und Kuang-si. S. meine orographischen Untersuchungen

über diese Hebungslinie in der Asia centrale T. I. p. 104—114, 118—164; T. II. p. 413 und 438.

†) Strabo lib. III pag. 173 (Examen crit. T. III. p. 98).

‡) Droysen, Gesch. Alexanders des Großen S. 544; derselbe in der Gesch. der Bildung des hellenistischen Staatensystems S. 23—34, 588—592, 748—755.

Das Princip der Einigung und Einheit oder vielmehr das Gefühl von dem wohlthätigen politischen Einflusse dieses Princip's lag, wie alle seine Staats Einrichtungen beweisen, tief in dem Gemüth des kühnen Eroberers. Selbst auf Griechenland angewandt, war es ihm von seinem großen Lehrer schon frühe eingeprägt worden. In der Politik des Aristoteles *) lesen wir: „den asiatischen Völkern fehlt es nicht an Thätigkeit des Geistes und Kunstgeschicklichkeit; doch muthlos leben sie in Unterwürfigkeit und Knechtschaft, während die Hellenen, kräftig und regsam, in Freiheit lebend und deshalb gut verwaltet, wären sie zu einem Staate vereinigt, alle Barbaren beherrschen könnten.“ So schrieb der Stagirite bei seinem zweiten Aufenthalte in Athen †), ehe noch Alexander über den Granicus ging. Die Grundsätze des Lehrers, so „widernatürlich diesem auch das unumschränkte Königthum (die *παυσανεία*) erschien,“ haben zweifelsohne einen lebendigeren Eindruck auf den Eroberer gemacht als die phantasiereichen Berichte des Ktesias über Indien, denen August Wilhelm von Schlegel und vor ihm schon Ste. Croix eine so große Wirkung zuschreiben ‡).

In dem vorhergehenden Abschnitte haben wir das Meer als ein vermittelndes, völkerverbindendes Element, die durch Phönicier und Carthager, Tyrrhener und Iulier erweiterte Schifffahrt in wenigen Zügen geschildert. Wir haben gezeigt, wie, durch zahlreiche Colonien in ihrer Seemacht verstärkt, die Griechen gegen Osten und Westen, durch die Argonauten von Iolkos und durch den Samier Coläus, aus dem Becken des Mittelmeers vorzudringen gestrebt, wie gegen Süden die Salomon-Hiram'schen Expeditionen, in Ophirfahrten, durch das rothe Meer ferne Goldländer besuchten. Der zweite Abschnitt führt uns vorzugsweise in das Innere eines großen Continents auf Wegen, die dem Landhandel und der Flußschifffahrt geöffnet werden. In den kurzen Zeitraum von zwölf Jahren fallen der Zeitfolge nach: die Feldzüge in Vorder-Asien und Syrien mit den Schlachten am Granicus und in den Strandpässen von Issus; die Einnahme von Tyrus und die leichte Besitznahme Aegyptens; der babylonisch-persische Feldzug, als bei Arbela (in der Ebene von Gaugamela) die Weltherrschaft der Achämeniden vernichtet wurde; die Expedition nach Bactrien und Sogdiana zwischen dem Hindu Kho und dem Jaxartes (Syr); endlich das kühne Vordringen in das Fünfsstromland (Pentapotamia) von Vorder-Indien. Fast überall hat Alexander hellenische Ansiedelungen gegründet und in der ungeheuren Länderstrecke vom Ammonstempel in der libyschen Wäse und von Alexandria am westlichen Nil-Delta bis zum nördlichen Alexandria am Jaxartes (dem jetzigen Rhodjend in Fergana) griechische Sitten verbreitet.

Die Erweiterung des Ideenkreises, — und dies ist der Standpunkt, aus welchem hier des Macedoniers Unternehmen und die längere Dauer des bactrischen Reiches betrachtet werden müssen —, war begründet: in der Größe des Raumes; in der Verschiedenheit der Klimata von Cyropolis am Jaxartes (unter der Breite von Tiflis und Rom) bis zu dem östlichen Indus-Delta bei Tira unter dem Wendekreise des Krebses. Rechnen wir dazu die wunderbar wechselnde Gestaltung des Bodens, von üppigen Fruchtländern, Wüsten und Schneebergen mannigfaltig durchzogen; die Neuheit und riesenhafte Größe der Erzeugnisse des Thier- und Pflanzenreichs; den Anblick und die geographische Vertheilung ungleich gefärbter Menschenrassen; den lebendigen Contact mit theilweise vielbegabten, uralt-kultivirten Völkern des Orients, mit ihren religiösen Mythen, ihren Philosophemen, ihrem astronomischen Wissen und ihren sterndeutenden Phantasien. In keiner anderen Zeitepoche (die, achtzehn und ein halbes Jahrhundert später erfolgende Begebenheit der Entdeckung und Aufschließung des tropischen Amerika's ausgenommen) ist auf einmal einem Theile

*) Aristot. Polit. VII, 7 pag. 1327 Bekker (vergl. nach III, 16 und die merkwürdige Stelle des Eratosthenes bei Strabo lib. I, p. 66 und 97 Casaub.).

†) Stahr, Aristotelia Th. II, S. 114.

‡) Ste. Croix, Examen critique des historiens d'Alexandre p. 731 (Schlegel, Ind. Biblioth. Vb. I, S. 150).

des Menschengeschlechts eine reichere Fülle neuer Naturansichten, ein größeres Material zur Begründung der physischen Erdkenntniß und des vergleichenden ethnologischen Studiums dargeboten worden. Für die Lebhaftigkeit des Eindrucks, welchen eine solche Bereicherung der Ansichten hervorgebracht, zeugt die ganze abendländische Literatur; es zeugen selbst dafür, wie bei allem, was unsere Einbildungskraft in Beschreibung erhabener Naturscenen anspricht, die Zweifel, welche bei den griechischen und in der Folge bei den römischen Schriftstellern die Berichte des Megasthenes, Nearchus, Aristobulus und anderer Begleiter Alexanders erregt haben. Diese Berichterstatter, der Färbung und dem Einfluß ihres Zeitalters unterworfen, Thatsachen und individuelle Meinungen eng mit einander verwebend, haben das wechselnde Schicksal aller Reisenden, die Oscillation zwischen anfänglichem bitteren Tadel und später, mildernder Rechtfertigung, erfahren. Die letztere ist in unseren Tagen um so häufiger eingetreten, als tiefes Sprachstudium des Sanskrit, als allgemeinere Kenntniß einheimischer geographischer Namen, als bactrische Münzen in den Topen aufgefunden, und vor allem eine lebendige Ansicht des Landes und seiner organischen Erzeugnisse der Kritik Elemente verschafft haben, die dem vielverdammenden Eratosthenes, dem Strabo und Plinius bei ihrem so einseitigen Wissen unbekannt blieben *).

Wenn man nach Unterschieden der Längengrade die Erstreckung des ganzen Mittelmeers mit der Entfernung von Westen nach Osten vergleicht, welche Kleinasien von den Ufern des Hyphasis (Beas), von den Altären der Rückkehr trennt, so erkennt man, daß die Erdkunde der Hellenen in wenigen Jahren um das Zwiefache vermehrt wurde. Um nun näher zu bezeichnen, was ich ein, durch Alexanders Heerzüge und Städtegründung so reichlich vermehrtes Material der physischen Geographie und Naturkunde genannt habe, erinnere ich zuerst an die neu eingesammelten Erfahrungen über die besondere Gestaltung der Erdoberfläche. In den durchzogenen Ländern contrastiren Tiefländer (pflanzenleere Wüsten oder Salzsteppen, wie nördlich von der Aschrah-Kette, einer Fortsetzung des Thianschan, und vier große angebaute Stromgebiete des Euphrat, Indus, Oxus und Jaxartes) mit Schneegebirgen von fast 19,000 Fuß Höhe. Der Hindu-Kho oder indische Kaukasus der Macedonier, eine Fortsetzung des nord-tibetischen Kuenlün, westlich von der durchsetzenden Meridiankette des Bolor, ist in seiner Erstreckung gegen Herat hin in zwei große das Kasiristan begrenzende Ketten getheilt †); die südlichere dieser Ketten ist die mächtigere. Alexander gelangte durch das noch 8000 Fuß hohe Plateau von Bamian, in dem man die Höhle des Prometheus zu sehen wähnte ‡), auf den Kamm des Kohibaba, um über Kabura, längs dem Choes, etwas nördlich vom jetzigen Attok, über den Indus zu setzen. Vergleichung des niedrigeren Taurus, an den die Griechen gewöhnt waren, mit dem ewigen Schnee des Hindu-Kho, welcher bei Bamian nach Burnes erst in 12,200 Fuß Höhe

*) Vergl. Schwanbeck de fide Megasthenis et pretio in seiner Ausgabe dieses Schriftstellers S. 59—77. Megasthenes besuchte ost Palibottra, den Hof des Königs von Magadha. Er war tief in die Chronologie der Indier eingeweiht, und berichtet, „wie in der verfloßenen Vorzeit das All die in al zur Freiheit gekommen sei, wie drei Weltalter abgelaufen und zu seiner Zeit das vierte begonnen war“ (Lassen in indische Alterthums-kunde Bd. I. S. 510). Die Hesiodische Lehre von vier Weltaltern, an vier elementarische Weltzerstörungen geknüpft, die zusammen eine Zeit von 18028 Jahren ausfüllen, findet sich auch bei den Mexicanern (Gumboldt, Vues des Cordillères et Monuments des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 119—129. — Einen denkwürdigen Beweis für die Genauigkeit des Megasthenes hat in neuerer Zeit das Studium des Rigveda und des Mahabharata verschafft. Man vergleiche, was Megasthenes, „über das Land der langlebenden Seligen im höchsten Norden von Indien, über das Land Utiara-Kuru (wahrscheinlich nördlich von Kaschmir gegen den Belurtag hin) berichtet, das er nach seinen griechischen Ansichten an das tausendjährige Leben der Hyper-

boreer anschließt.“ (Lassen in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. II. S. 62.) Damit hängt eine Sage in dem nur so lange verschmähten Ktesias von einem heiligen Orte in der nördlichen Wüste zusammen (Ind. cap. 8, ed. Bachr. p. 249 und 285). Der Martichoras, welchen Aristoteles (Hist. de Animal. II, 3 § 10, T. I. pag. 51 Schneider) nennt, die Greifen, welche halb Adler, halb Löwen sind, das von Aelian erwähnte Karakorum, einen einhörnigen wilden Esel, das Ktesias als wirkliche Thiere aufgeführt: nicht als eigene Erfindung, sondern weil er, wie schon Heron und Cuvier bemerkt haben, an persischen Monumenten abgebildete symbolisirte Thiergealten für Nachahmung noch im fernsten Indien lebender Anthiere hielt. Die genaue Identifizierung des Martichoras mit persopolitanischen Symbolen hat aber nach des scharfsinnigen Guigniaut Bemerkung (Crenuzer, Religions de l'Antiquité, notes et éclaircissements p. 720) viele Schwierigkeit.

†) Ich habe diese vermittelnden orographischen Verhältnisse erläutert in meiner Asie centrale T. II. p. 429—434.

‡) Lassen in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenl. Bd. I. S. 230.

beginnt, muß Veranlassung gegeben haben, hier in einem colossaleren Maassstabe das Uebereinanderliegen der Klimate und Pflanzenzonen zu erkennen. In regsamem Gemüthern wirkt bleibend und tiefer, was die elementare Natur dem Menschen unmittelbar vor den Sinnen entfaltet. Strabo beschreibt anschaulich den Uebergang über das Bergland der Paropanisaden, wo das Heer mit Mühe sich durch den Schnee einen Weg bahnte und wo alle Baumvegetation aufhört *).

Was von indischen Erzeugnissen und Kunstproducten durch ältere Handelsverbindungen oder aus den Berichten des Mtesias von Enibuz, der 17 Jahre lang als Leibarzt des Artarerres Mnemon am persischen Hoflager lebte, unvollkommen, ja fast nur dem Namen nach gekannt war, davon wurde jetzt in dem Abendlande durch die macedonischen Ansiedlungen eine sichere Kunde verbreitet. Es gehören dahin: die bewässerten Reisfelder, von deren Kultur Aristobulus besondere Nachricht gegeben; die Baumwollenstaude, wie die feinen Gewebe und das Papier †), zu welchen jene Staude den Stoff lieferte; Gewürze und Opium; Wein aus Reis und aus dem Saft der Palme, deren Sanskritname tala uns bei Arrian erhalten ist ‡); Zucker aus Zuckerrohr ||), freilich oft in griechischen und römischen Schriftstellern mit dem Tabaschir des Bambusrohres verwechselt; Wolle von großen Bombar-Bäumen ¶), Shawls aus tibetischer Ziegenwolle, seidene (persische) Gewebe **); Del aus weißem Sesamum (sanskr. tila), Rosenöl und andere Wohlgerüche; Lack (sanskr. laksha, in der Vulgärsprache lakkha) ††); und endlich der gehärtete indische Wuchstahl.

Neben der materiellen Kenntniß dieser Producte, welche bald ein Gegenstand des großen Welt Handels wurden und von welchen die Seleuciden ††) mehrere nach Arabien verpflanzten, verschaffte der Anblick einer so reich geschmückten subtropischen Natur den Hellenen noch geistige Genüsse anderer Art. Große und niedrige Thier- und Pflanzengestalten erfüllten die Einbildungskraft mit anregenden Bildern. Schriftsteller, deren nüchtern-wissenschaftliche Schreibart sonst aller Begeisterung fremd bleibt, werden dichterisch, wenn sie beschreiben die Sitten der Elephanten; die „Höhe der Bäume, deren Gipfel mit einem Pfeile nicht erreicht werden kann, deren Blätter größer als die Schilde des Fußvolks sind;“ die Bambusa, ein leichtgefedertes baumartiges Gras, „dessen einzelne Knoten (internodia) als vielrüdige Kähne dienen;“ den durch seine Zweige wurzelnden indischen Feigenbaum, dessen Stamm bis 28 Fuß Durchmesser erreicht und der, wie Dneskritus sehr naturwahr sich ausdrückt, „ein Laubdach bildet gleich einem vielsäuligen Zelte.“ Der hohen baumartigen Farren, nach meinem Gefühl des größten Schmuckes der Tropenländer, erwähnen indeß Alexanders Gefährten nie |||), wohl aber der herrlichen fächerartigen Schirmpalmen, wie des zarten, ewig frischen Grünes angepflanzter Pisang-Gebüsche ¶¶).

*) Das Land zwischen Bamian und Ghori. S. Carl Zimmermann's vortreffliches orographisches Uebersichtsblatt von Afghanistan 1842. (Vergl. Strabo lib. XV pag. 725, Dio b. Sicul. XVII, 82; Menn, Meletem. hist. 1839 p. 25 und 31, Ritters über Alexanders Feldzug am indischen Kaukasus in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1829 S. 150; Droyen, Bildung des hellenist. Staatensystems S. 614.) Ich schreibe Paropamisus, wie alle guten Cobices des Ptolemäus haben, und nicht Paropamisus. Die Gründe habe ich entwickelt in der Asia centralis T. I. p. 114 — 118 (vergl. auch Lassen, zur Gesch. der Griechischen und Indoskithischen Könige S. 128).

†) Strabo lib. XV pag. 717 Casaub.

‡) Tala, als Name der Palme Borassus flabelliformis (sehr charakteristisch von Amarasina ein König der Gräfer genannt), bei Arrian, Ind. VII, 3.

||) Das Wort tabaschir wird auf das sanskritische trak-kshirā (Rindenmilch) zurückgeführt; s. oben S. 245 Anm. †). Ich habe schon 1817 in den geschichtlichen Beilagen zu meinem Werke de distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium p. 215 darauf aufmerksam gemacht,

daß neben dem Tabaschir der Bambusa die Begleiter Alexanders (Strabo lib. XV, pag. 693, Periopl. maris Erythr. p. 9) auch den wahren Rohrzucker der Zuckerbatter fennen gelernt. Moses von Chorene, der in der Mitte des 5ten Jahrhunderts lebte, hat zuerst (Geogr. ed. Whiston 1736 p. 364) die Bereitung des Zuckers aus dem Saft des Saccharum officinarum in der Provinz Chorasān umständlich beschrieben.

¶) Strabo lib. XV pag. 694.

***) Ritter, Erdkunde von Asien Bd. IV, 1. S. 437, Bd. VI, 1. S. 698; Lassen, ind. Alterthums-kunde Bd. I. S. 317—323. Die Stelle in Aristot. Hist. de Animal. V, 17 (T. I. pag. 209 ed. Schneider, von dem Gespinne einer großen gehörnten Raupe bezieht sich auf die Insel Cos.

††) So λάκος χρομάτινος im Periopl. maris Erythr. p. 5 (Lassen S. 316).

‡‡) Plin. Hist. Nat. XVI, 32. (Ueber Einführung seltener asiatischer Pflanzen in Aegypten durch die Paganen s. Plin. XII, 14 und 17.)

|||) Humboldt, de distrib. geogr. plantarum p. 178.

¶¶) Ich habe seit dem Jahre 1827 oft mit Lassen

Die Kunde eines großen Theils des Erdbodens wurde nun erst wahrhaft eröffnet. Die Welt der Objecte trat mit überwiegender Gewalt dem subjectiven Schaffen gegenüber; und indem, durch Alexanders Eroberungen, griechische Sprache und Literatur sich fruchtbringend verbreiteten, waren gleichzeitig die wissenschaftliche Beobachtung und die systematische Bearbeitung des gesamten Wissens durch Aristoteles Lehre und Vorbild dem Geiste klar geworden *). Wir bezeichnen hier ein glückliches Zusammentreffen günstiger Verhältnisse; denn gerade in der Epoche, in der sich plötzlich ein so ungeheurer Vorrath von neuem Stoffe der menschlichen Erkenntniß darbott, war durch die Richtung, welche der Stagirite gleichzeitig dem empirischen Forschen nach Thatsachen im Gebiete der Natur, der Versenkung in alle Tiefen der Speculation und der Ausbildung einer alles scharf umgrenzenden wissenschaftlichen Sprache gegeben hatte, die geistige Verarbeitung des Stoffes erleichtert und vervielfältigt worden. So bleibt Aristoteles, wie Dante sich schön ausdrückt, auf Jahrtausende noch: *il maestro di color che sanno* †).

Der Glaube an eine unmittelbare Verreicherung des Aristotelischen zoologischen Wissens durch die Heerzüge des Macedoniers ist jedoch durch ernste neuere Untersuchungen, wo nicht gänzlich verschwunden, doch wenigstens sehr schwankend geworden. Die elende Compilation eines Lebens des Stagiriten, welche lange dem Ammonius, Sohn des Hermias, zugeschrieben ward, hatte unter vielen historischen Irrthümern auch den verbreitet ‡), daß der Philosoph seinen Zögling wenigstens bis an die Ufer des Nils begleitet habe §). Das große Werk über die Thiere scheint um sehr wenig neues als die *Meteorologica*, und diese fallen nach inneren Kennzeichen ¶) in die 106te, am spätesten in die 111te Olympiade: also entweder 14 Jahre früher, als Aristoteles an den Hof des Philippus kam, oder auf das höchste 3 Jahre vor dem Uebergange über den Taurus. Gegen diese Ansicht einer frühen Vollendung der neun Bücher Aristotelischer Thiergeschichte werden nun freilich einzelne Angaben als widersprechend angeführt. Dahin gehört die genaue Kenntniß, welche Aristoteles von dem Elephanten, dem härtigen Pferd-Hirsche (*hippelaphos*), dem bactrischen

über die merkwürdige Stelle des Plinius XII, 6 correspondirt: „Major alia (arbor) pomo et suavitare praecellenter, quo sapientes Indorum vivunt. Folium alas avium imitatur, longitudine trium cubitorum, latitudine duam. Fructum cortice mittit, admirabilem succi dulcedine ut uno quaternos satiet. Arbori nomen *palae*, pomo *arieneae*.“ Folgendes ist das Resultat der Untersuchung meines gelehrten Freundes: „*Amarassina* stellt die Musa (Banane, Pfirsang) an die Spitze aller nachreifen Pflanzen. Unter den vielen Sanskritnamen, die er anführt, finden sich: *varanabuseha*, *bhanaphala* (Sonnenfrucht) und *moko*, woraus das arabische *mauza*. *Phala* (*pala*) heißt Frucht im allgemeinen und ist also nur aus Mißverständnis für den Namen der Pflanze gehalten worden. *Varana* kommt ohne buscha nicht im Sanskrit als Name der Musa vor, die Abführung mag aber der Volksprache angehört haben; *varana* wäre griechisch *ωάρινα*, was gewiß von *ariona* nicht sehr entfernt ist.“ Vergl. Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 262; mein *Essai politique sur la Nouv. Espagne* T. II. 1827 p. 382, Relation hist. T. I. p. 491. Den chemischen Zusammenhang des nachreifen Anjums mit dem Zuckerstoff haben Prosper Alpinus und Abd-Allatif gleichsam erahnet, indem sie die Entsehung der Musa aus der Infection des Zuckerrohrs oder der süßen Dattelfrucht in die Wurzel der *Colocasia* zu erklären suchten. (Abd-Allatif, Relation de l'Egypte, trad. par Silvestre de Sacy p. 28 und 105.)

*) Vergl. über diese Epoche Wilhelm von Humboldt in seinem Werke über die Kawi-Sprache und die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues Bd. I. S. CCL und CCLIV; Droysen, Gesch. Alexanders des Gr. S. 547, und Bellermi, Staaten-system S. 24.

†) Dante, Inf. IV, 130.

‡) Vergl. Cuvier's Behauptungen in der Biographie universelle T. II. 1811 p. 458 (leider! auch wieder in der Ausgabe von 1843 T. II. p. 219) mit Staehr's Aristotelia Th. I. S. 15 und 108.

§) Cuvier hat, als er das Leben des Aristoteles bearbeitete, an diese Begleitung nach Aegypten geglaubt, „von woher der Stagirite alle Materialien zu der Historia Animalium nach Athen erst N. 112, 2 sollte zurückgebracht haben.“ Später (1830) hat der große Naturforscher diese Meinung aufgegeben, weil er nach näherer Untersuchung bemerkte, „daß die Beschreibungen der ägyptischen Thiere nicht nach dem Leben, sondern nach Notizen des Herobot entworfen wären.“ Vergl. Cuvier, Histoire des Sciences naturelles, publiées par Magdeleine de Saint-Agy T. I. 1841 p. 136.)

¶) Zu diesen inneren Kennzeichen gehören: die Angabe von der vollkommenen Abgeschlossenheit (Isolirtheit) des caspischen Meeres; die von dem großen unter dem Archonten Nicomachus erschienenen Cometen, Nl. 109, 4 nach Corisint, der nicht mit dem, welchen Herr von Boguslawski neuerlich den Cometen des Aristoteles (unter dem Archonten Meneas, Nl. 101, 4; Aristot. Meteor. lib. I. cap. 6, 10, Vol. I. pag. 395) Jdelet; identisch mit Cometen von 1695 und 1843? genannt hat, zu verwechseln ist; die Erwähnung der Zerstörung des Tempels zu Ephesus, wie die eines in 50 Jahren zweimal gesehenen Mondregenbogens. Vergl. Schneider ad Aristot. Hist. de Animalibus T. I. p. XL, XLII, CIII und CXX; Jdelet ad Aristot. Meteor. Vol. I. p. X; Humboldt, Asie contr. T. II. p. 168.) Daß die Thiergeschichte später geschrieben als die Meteorologica, erkennt man auch daraus, daß in diesen bereits auf jene als auf einen Gegenstand hingedeutet wird, der bald folgen soll (Meteor. I. 1, 3 und IV. 12, 13).

zweibuckligen Kameele, dem Hippardion, das man für den Jagdtiger (Guepard) hält, und von dem indischen Büffel zu haben scheint, welcher letzte erst zur Zeit der Kreuzzüge in Europa eingeführt wurde. Es ist aber zu bemerken, daß gerade der Geburtsort jenes merkwürdig großen Hirsches mit der Pferdemahe, den Diard und Duvauzel aus dem östlichen Indien an Cuvier geschickt haben und welchem dieser sogar den Namen *Cervus Aristotelis* gegeben hat, nach des Stagiriten eigener Angabe nicht die von Alexander durchzogene indische Pentapotamia ist, sondern Arachosien, eine Landschaft westlich von Kandahar, die mit Gedrosien eine altpersische Satrapie ausmachte*). Sollten nicht die der Mehrzahl nach so kurzen Nachrichten über die Gestalt und die Sitten der oben genannten Thiere dem Aristoteles, ganz unabhängig von dem macedonischen Heerzuge, aus Persien und dem weltverehrenden Babylon überliefert worden sein? Bei gänzlicher Unbekanntschaft mit der Vereinzeltung des Alkohols†) konnten ohnedies nur Felle und Knochen, nicht aber weiche, der Zergliederung fähige Theile aus dem fernen Asien nach Griechenland geschickt werden. So wahrscheinlich es übrigens auch ist, daß Aristoteles zur Förderung seiner physikalischen und naturbeschreibenden Studien, zur Herbeischaffung eines ungeheuren zoologischen Materials aus dem gesammten Griechenland und aus den griechischen Meeren, ja zur Gründung der für seine Zeit einzigen Büchersammlung, die an Theophrast und später an Meles von Skepsis überging, von Philippus und Alexander die freigebigste Unterstützung erhalten habe; so sind doch wohl die Geschenke von achthundert Talenten und die „Beföstigung so vieler tausend Sammler, Aufseher von Fischteichen und Vogelhüter“ nur für späte

*) Die im Texte genannten fünf Thiere und unter ihnen vorzüglich den Hippelaphus (Pferd-Hirsch mit langer Mähne), das Hippardion, das bactrische Kameel und den Büffel führt Cuvier als Beweise der späteren Abfassung der *Historia Animalium* des Aristoteles an (*Hist. des Sciences nat. T. I. p. 154*). Cuvier unterscheidet in dem 4ten Bande seiner vorerwähnten *Recherches sur les ossements fossiles* 1823 p. 40—43 und p. 502 zwischen zwei gemähnten Hirschen Asiens, die er *Cervus hippelaphus* und *Cervus Aristotelis* nennt. Anfangs hielt er den erstern, von welchem er ein lebendiges Exemplar in London gesehen, und von welchem Diard ihm Felle und Gewebe aus Sumatra geschickt hatte, für den hippelaphos des Aristoteles aus Arachosien (*Hist. de Animal. II, 2 § 3 und 4, T. I. pag. 43—44* Schneider); später schien ihm ein von Duvauzel aus Bengalen gesandter Hirschkopf, der Zeichnung des ganzen großen Thieres nach, noch mehr mit der Beschreibung des Stagiriten vom Hippelaphus übereinzustimmen. Letzterer, einheimisch in dem bengalischen Gebirge Sylhet, in Nepaul und östlich vom Indus, erhielt nun den Namen *Cervus Aristotelis*. Wenn in demselben Capitel, in welchem Aristoteles von gemähnten Thieren im Allgemeinen redet, neben dem Pferd-Hirsch (*Equicervus*) auch der indische Guepard oder Jagdtiger (*Felis jubata*) bezeichnet sein soll, so ist, wie Schneider (T. III. p. 66) will, die Lesart *πάριον* der *τά παρίον* vorzuziehen. Die letztere Lesart würde am besten, wie auch Wallas (Spielg. zool. Insc. I. p. 4) meint, auf die Giraffe zu deuten sein. — Sätte Aristoteles den Guepard selbst gesehen und nicht bloß beschreiben hören, wie würde er die nicht retractilen Klauen bei einem fahnenartigen Thiere unerwähnt gelassen haben! Eben so ist es auffallend, daß der immer so genaue Aristoteles, wenn er wirklich (wie August Wilhelm von Schlegel behauptet), „nahe bei seiner Wohnung zu Athen eine Menagerie gehabt und einen von den bei Arabien erbeuteten Elephanten selbst zergliedert“ hätte, die kleine Deffnung neben den Schlafen, in welcher besonders zur Brunstzeit des Elephanten eine starrfließende Flüssigkeit abgeseigert wird und auf welche die indischen Dichter so oft anspielen, nicht beschrieben habe (Schlegel's Indische Bibliothek Bd. I. S. 163—166). Ich erinnere an diesen Kleinlich scheinenden Umstand hier besonders des-

halb, weil uns die eben genannte Drüsenedffnung zunächst aus Berichten des Megasthenes (Strabo lib. XV pag. 704 und 705 Casaub.) bekannt war und doch gewiß Niemand darum bedarf eine anatomische Kenntniß aufzuschreiben wird. Ich finde in den verschiedenen zoologischen Werken des Aristoteles, welche aus uns gekommen sind, nichts, was auf Selbstbeobachtung an Elephanten oder gar auf Zergliederung derselben zu schließen nöthigte. Indes ist die Möglichkeit, daß die *Historia Animalium*, wenn sie auch am wahrscheinlichsten schon vor dem kleinasiatischen Feldzuge Alexanders vollendet war, doch, wie Sta hr will (Aristotelia Th. II. S. 98), bis zu dem Lebende des Verfassers (DI. 114, 3, also drei Jahre nach dem Tode des großen Eroberers) durch Zusätze habe vervollständigt werden können, keinesweges zu läugnen; es fehlt aber an directen Zeugnissen dafür. Alles, was wir von dem Briefwechsel des Aristoteles besitzen, ist unächt (Sta hr Th. I. S. 194—208, Th. II. S. 169—234), und Schneider sagt mit großer Zuversicht *Hist. de Animal. T. I. p. XL*), „hoc enim tanquam certissimum sumere mihi licebit, scriptas comitum Alexandri notitias prae mortem domum regis fuisse vulgatas.“

†) Ich habe an einem andern Orte gezeigt, daß, wenn auch die Zerlegung des geschwefelten Quecksilbers durch Destillation schon im Dioscorides (*Mat. medica V, 110 p. 667* Sacraen.) beschrieben ist, doch die erste Beschreibung der Destillation einer Flüssigkeit (bei künstlicher Versüßung des Seewassers) sich in dem Commentar des Alexander von Aphrodisias zu dem Buche de Meteorol. des Aristoteles findet; s. mein Examen critique de l'hist. de la Géographie T. II. p. 308—316 und Joannis (Philoponi) Grammatici in libr. de Generat. et Alexandri Aphrod. in Meteorol. Comm. Venet. 1527 p. 97, b. Alexander aus Aphrodisias in Carion, der gelehrte Commentator der Meteorologica des Aristoteles, lebte unter Septimius Severus und Caracalla; und wenn bei ihm auch chemische Apparate *χημικά ὄργανα* heißen, so beweist doch wohl eine Stelle des Plutarch (de Iside et Osir. c. 33), daß das Wort *Chemie* von den Griechen auf die ägyptische Kunst angewandt nicht von *χέω* abgeleitet ist (Söfer, *Histoire de la Chimie* T. I. p. 91, 195 und 219, T. II. p. 109).

Uebertreibungen*) und mißverständene Traditionen des Plinius, Athenäus und Aelian zu halten.

Die macedonische Expedition, welche einen großen und schönen Theil der Erde dem Einflusse eines einzigen und dazu eines so hochgebildeten Volkes eröffnete, kann demnach im eigentlichen Sinne des Wortes als eine wissenschaftliche Expedition betrachtet werden: ja als die erste, in der ein Eroberer sich mit Gelehrten aus allen Fächern des Wissens, mit Naturforschern, Landmessern, Geschichtsschreibern, Philosophen und Künstlern umgeben hatte. Aristoteles wirkte aber nicht blos durch das, was er selbst hervorgebracht; er wirkte auch durch die geistreichen Männer seiner Schule, welche den Feldzug begleiteten. Unter diesen glänzte vor allen des Stagiriten naher Verwandter, Callisthenes aus Mlynth, der schon vor dem Heerzuge botanische Werke und eine feine anatomische Untersuchung über das Gesichtorgan geliefert hatte. Durch die ernste Strenge seiner Sitten und die ungemessene Freiheit seiner Rede ward er dem, schon von seiner edlen und hohen Sinnesart herabgesunkenen Fürsten, wie dessen Schmeichlern, verhaßt. Callisthenes zog unerschrocken die Freiheit dem Leben vor, und als man ihn zu Bactra in die Verschwörung des Hermolaus und der Edelknaben schuldlos verwickelte, ward er die unglückliche Veranlassung zu der Erbitterung Alexanders gegen seinen früheren Lehrer. Theophrast, des Mlynthiers gemüthlicher Freund und Mitschüler, hatte den Viedersinn, ihn nach seinem Sturze öffentlich zu vertheidigen; von Aristoteles wissen wir nur, daß er ihn vor seiner Abreise zur Vorsicht gemahnt und, durch den langen Aufenthalt bei Philipp von Macedonien des Hoflebens, wie es scheint, sehr kundig, ihm gerathen habe: „mit dem König so wenig als möglich, und wenn es sein müßte, immer beifällig zu reden“).

Von auserwählten Männern aus der Schule des Stagiriten unterstützt, hatte Callisthenes, als ein schon in Griechenland mit der Natur vertrauter Philosoph, in den neu aufgeschlossenen weiteren Erdkreisen die Forschungen seiner Mitarbeiter zu höheren Ansichten geleitet. Nicht die Pflanzenfülle und das mächtige Thierreich, nicht die Gestaltung des Bodens oder die Periodicität des Anschwellens der großen Flüsse konnten allein die Aufmerksamkeit fesseln; der Mensch und seine Geschlechter in ihren mannigfaltigen Abstufungen der Färbung und Gestattung mußten nach dem eigenen Ausspruche des Aristoteles †) als „der Mittelpunkt und Zweck der gesammten Schöpfung erscheinen: als komme der Gedanke des göttlichen Denkens hienieden erst in ihm zum Bewußtsein.“ Aus dem Wenigen, was uns von den Berichten des im Alterthum so getadelten Dneffkritus übrig ist, erschen wir, wie sehr man in der macedonischen Expedition, weit zum Sonnenaufgang gelangend, verwundert war, zwar die von Herodot genannten dunkelfarbigen, den Aethiopen ähnlichen indischen Stämme, aber nicht die afrikanischen kraushaarigen Neger zu finden ||); man beachtete scharf den Einfluß der Atmosphäre auf Färbung, die verschiedene Wirkung der trockenen und feuchten Wärme. In der frühesten homerischen

*) Vergl. Sainte-Croix, Examen des historiens d'Alexandre 1810 p. 207 und Cuvier, Hist. des Sciences nat. T. I. p. 137 mit Schneider ad Aristot. de Hist. Animal. T. I. p. XLII—XLVI und Stahr, Aristotelia Tb. I. S. 116—118; Wenn demnach die Senbungen aus Aegypten und Inner-Asien sehr unwahrscheinlich sind, so bezeugen dagegen die neuesten großen Anatomen Johannes Müller, mit welcher wundervollen Feinheit Aristoteles Fische der griechischen Meere verglieberte. S. über die Abbildung des Eies mit dem Uterus in einer der beiden im Mittelmeer lebenden Arten der Gattung Mustelus, die im Fötuszustande eine Placenta des Dottersacks besitzt, welche mit der Uterin-Placenta der Mutter zusammenhängt, die gelehrte Abhandlung von Johannes Müller und seine Untersuchungen über den γαλακτος λόγος des Aristoteles in den Abhandl. der Berliner Akademie aus d. J. 1840 S. 192—197. (Vergl. Aristot. Hist.

Anim. VI, 10 und de Gener. Anim. III, 3.) Eben so zeugen für die feinsten anatomischen Selbstarbeiten des Stagiriten die Unterscheidung und ausführliche Fergliederung der Zintenfisch-Arten, die Beschreibung der Zähne in den Schnecken und der Organe anderer Gastropoden. (Vergl. Hist. Anim. IV, 1 und 4 mit Lebert in Müller's Archiv der Physiologie 1846 S. 463 und 467.) Auf die Gestalt der Schnecken-zähne habe ich selbst schon 1797 die neueren Naturforscher aufmerksam gemacht; s. meine Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser Buch I. S. 261.

†) Valer. Maxim. VII, 2: „ut cum Rege aut rarissime aut quam iuundissime loqueretur.“

‡) Aristot. Polit. I, 8 und Eth. ad Eudemum VII, 14.

§) Si a 60 lib. XV pag. 690 und 695 (Scrod. III, 101).

Zeit und noch lange nach den Homeriden wurde die Abhängigkeit der Luftwärme von den Breitengraden, von den Polarabständen, vollkommen verkannt; Osten und Westen bestimmten damals die ganze thermische Meteorologie der Hellenen. Die nach dem Ausgang gelegenen Erdstriche wurden für „sonnennäher, für Sonnenländer“ gehalten. „Der Gott färbt in seinem Laufe mit des Rufses finsternem Glanze die Haut des Menschen und kräuselt ihm dörrend das Haar*.)“

Alexanders Heerzüge gaben zuerst Veranlassung in einem großen Maasstabe die besonders in Aegypten zusammenströmenden afrikanischen Menschenrassen mit den arischen Geschlechtern jenseits des Tigris und den alt-indischen, sehr dunkel gefärbten, aber nicht kraushaarigen Urvölkern zu vergleichen. Die Gliederung der Menschheit in Abarten; ihre Vertheilung auf dem Erdboden, mehr als Folge geschichtlicher Ereignisse als des langdauernden klimatischen Einflusses da, wo die Typen einmal festgesetzt sind; der scheinbare Widerspruch zwischen Färbung und Wohnort mußten denkende Beobachter auf das Lebhafteste anregen. Noch findet sich im Inneren des großen indischen Landes ein weites Gebiet, das von sehr dunkel, fast schwarz gefärbten, von den später eingedrungenen helleren arischen Stämmen gänzlich verschiedenen Ureinwohnern bevölkert ist. Dahin gehören unter den Vindhya-Völkern die Gonda, die Bhilla in den Waldgebirgen von Malava und Guzerat, wie die Kola von Drissa. Der scharfsinnige Lassen hält es für wahrscheinlich, daß zu Herodots Zeit die schwarze asiatische Race, dessen „Aethiopier vom Ausgang der Sonne,“ den Lybischen wohl in der Hautfarbe, aber nicht in der Beschaffenheit des Haares ähnlich, viel weiter als jetzt gegen Nordwesten verbreitet waren †). Eben so dehnten im alten ägyptischen Reiche die eigentlichen wollhaarigen, oft besiegten Negerstämme ihre Wohnsitze weit in das nördliche Nubien aus ‡).

Zu der Bereicherung des Ideenreises, welche aus dem Anblick vieler neuen physischen Erscheinungen, wie aus dem Contact mit verschiedenen Volksstämmen und ihrer contrastirenden Civilisation entsprang, gesellten sich leider! nicht die Früchte ethnologischer Sprachvergleichung, in so fern dieselbe philosophisch, abhängig von den Grundverhältnissen des Gedankens ||), oder bloß historisch ist. Diese Art der Untersuchung war dem sogenannten classischen Alterthume fremd. Dagegen lieferte Alexanders Expedition den Hellenen wissenschaftliche Materialien, welche den lange aufgehäuften Schätzen früher cultivirter Völker entnommen werden konnten. Ich erinnere hier vorzugsweise daran, daß mit der Kenntniß der Erde und ihrer Erzeugnisse durch die Bekanntschaft mit Babylon, nach neueren und gründlichen Untersuchungen, auch die Kenntniß des Himmels ansehnlich vermehrt wurde. Allerdings war durch die Eroberung des Cyrus der Glanz des astronomischen Priester-Collegiums in der orientalischen Weltstadt bereits tief gesunken. Die Trep-

*) So Theodectes von Phaselis; s. oben Rossmos Buch I. S. 188 und Anm. Alles Nördliche wurde mehr dem Westen, alles Südliche dem Osten zugeschrieben; vergl. Völker über Homerische Geographie und Weltkunde S. 43 und 87. Das Unbestimmte des Wortes Indien, schon damals an Ideen der Lage, der Menschenfärbung und festbarer Erzeugnisse geknüpft, trug zur Verbreitung solcher meteorologischen Hypothesen bei; denn Indien hießen gleichzeitig West-Arabien, das Land zwischen Ceslon und dem Ausfluß des Indus, das troglodytische Aethiopien und das afrikanische Nubien- und Zimmland südlich vom Vorgebirge der Arome (Sumbolet, Examen crit. T. II. p. 35).

†) Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 369, 372—375, 379 und 389; Ritter, Asien Bd. IV, I. S. 446.

‡) Die geographische Verbreitung der Menschenrassen kann so wenig als die der Pflanzen und Thiere in ganzen Continenten nach Breitengraden bestimmt werden. Das Axiom, welches Ptolemäus (Geogr. lib. I cap. 9) aufstellt, daß es nördlich vom

Parallel von Agisymba keine Elephanten, kein Rhinoceros und keine Neger gebe, ist völlig unbegründet (Examen critique T. I. p. 39). Die Lehre von dem allgemeinen Einfluß des Bodens und der Klimate auf die intellectuellen Anlagen und die Gestalt der Menschheit blieb der alexandrinischen Schule des Ammonius Sakkas eigenthümlich, besonders dem Longinus. S. Proclus, Comment. in Tim. p. 50.

§) S. Georg Curtius, die Sprachvergleichung in ihrem Verhältniß zur classischen Philologie 1846 S. 5—7 und dessen Bildung der Tempora und Modi 1846 S. 3—9. (Vergl. auch Pott's Artikel indogermanischer Sprachstamm in der allgem. Encyclopädie von Ersch und Gruber Sect. II. Th. XVIII. S. 1—112.) Untersuchungen über die Sprache im allgemeinen, in so fern sie die Grundverhältnisse des Gedankens berührt, finden sich aber schon bei Aristoteles, da wo er den Zusammenhang der Kategorien mit grammatischen Verhältnissen entwickelt. S. die lichtvolle Darstellung dieser Vergleichung in Wolf Erdelenburg's histor. Beiträgen zur Philosophie 1846 Th. I. S. 23—32.

ren-Pyramide des Belus (zugleich Tempel, Grab und eine die nächtlichen Stunden verkündende Sternwarte) war von Keryx der Zerstörung preis gegeben; das Monument lag zur Zeit des macedonischen Heerzuges bereits in Trümmern. Aber eben weil die geschlossene Priestercaste sich bereits aufgelöst, ja der astronomischen Schulen sich eine große Zahl*) gebildet hatte, war es dem Callisthenes möglich geworden (wie Simplicius behauptet, auf Rath des Aristoteles) Sternbeobachtungen aus einer sehr langen Periode von Jahren (Dorphyrius sagt: für eine Periode von 1903 Jahren vor Alexanders Einzug in Babylon, DL. 112, 2) nach Griechenland zu senden. Die ältesten chaldäischen Beobachtungen, deren das Almagest erwähnt (wahrscheinlich die ältesten, welche Ptolemäus zu seinen Zwecken tauglich fand), gehen aber freilich nur bis 721 Jahre vor unserer Zeitrechnung, d. h. bis zu dem ersten messenischen Kriege. Gewiß ist es, „daß die Chaldäer die mittleren Bewegungen des Mondes mit einer Genauigkeit kannten, welche die griechischen Astronomen veranlaßte sich derselben zur Begründung der Mondstheorie zu bedienen†.“ Auch ihre Planetenbeobachtungen, zu denen sie eine uralte Liebe der Astrologie anregte, scheinen sie zur wirklichen Construction astronomischer Tafeln benützt zu haben.

Wie viel von den frühesten pythagoreischen Ansichten über die wahre Beschaffenheit des Himmelsgebäudes, über den Planetenlauf und die nach Apollonius Myndius‡ in langer geregelter Bahn wiederkehrenden Cometen den Chaldäern zugehört, ist hier nicht der Ort zu entwickeln. Strabo nennt den „Mathematiker Seleucus“ einen Babylonier und unterscheidet ihn||) so von dem Erythräer, der die Meeresfluth maasß. Es genügt zu bemerken, daß auch der griechische Thierkreis höchst wahrscheinlich „von der Dodecatemoria der Chaldäer entlehnt ist und daß derselbe nach Petronne's wichtigen Untersuchungen¶) nicht höher als bis zum Anfange des sechsten Jahrhunderts vor unserer Zeitrechnung hinaufsteigt.“

Was der Contact der Hellenen mit den Völkern indischen Ursprungs in der Epoche der macedonischen Heerzüge unmittelbar hervorgerufen, ist in Dunkel gehüllt. Von wissenschaftlicher Seite konnte wahrscheinlich wenig gewonnen werden, weil Alexander in dem Fünfstromlande (in dem Pantchanada), nachdem er das Reich des Porus zwischen dem cedarreichen**) Hydaspes (Jelum) und dem Acesines (Tschinab) durchzogen, nur bis zum Hyphasis vorgeedrungen war: doch bis zu dem Punkte, wo dieser Fluß bereits die Wasser des Satadru (Hesidrus bei Plinius) empfangen hat. Mißmuth seiner Kriegsvölker und Besorgniß vor einem allgemeinen Aufstande in den persischen und syrischen Pro-

*) Die Schulen der Oriskener und Vorsipener, Strabo lib. XVI p. 739. In dieser Stelle werden in Verbindung mit den chaldäischen Astronomen vier chaldäische Mathematiker namentlich aufgeführt; dieser Umstand ist historisch um so wichtiger, da Ptolemäus, als wären die Beobachtungen in Babylon immer nur collegialisch angestellt worden (Fehler, Handbuch der Chronologie Bd. I. 1825 S. 198), die Sternbeobachter stets durch den Gesamtnamen *Kal-deai* bezeichnet.

†) Fehler a. a. O. Bd. I. S. 202, 206 und 218. Wenn man den Zweifel gegen den Glauben an die von Callisthenes aus Babylon nach Griechenland gesandten astronomischen Beobachtungen darauf gründet (*De la m. b.*, *Historie de l'Astronomie ancienne* T. I. p. 308), „daß keine Spur von diesen Beobachtungen der chaldäischen Priestercaste sich in den Schriften des Aristoteles finde;“ so vergißt man, daß Aristoteles (de Caelo lib. II c. 12) gerade da, wo er von einer von ihm selbst beobachteten Bedeckung des Mars vom Monde spricht, ausdrücklich hinzufügt: „eben dergleichen vieljährige an den übrigen Planeten gemachte Beobachtungen haben die Aegypter und die Babylonier angestellt, von denen viele zu unserer Kunde gelangt sind.“ Ueber den wahrscheinlichsten Gebrauch astronomischer Tafeln bei

den Chaldäern s. *Chales* in den *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* T. XXIII. (1846) p. 852—854. ‡) Seneca, *Nat. Quaest.* VII, 17.

||) Vergl. Strabo lib. XVI p. 739 mit lib. III. p. 174.

¶) Diese Untersuchungen sind vom Jahr 1824 f. Guignaut, *Religions de l'Antiquité*, ouvr. trad. de l'allemand. de F. Creuzer T. I. P. 2. p. 928. Spätere Aufsätze von Petronne sind die im *Journal des Savants* 1839 p. 338 und 492 wie auch die *Analyse critique des représentations zodiacales en Egypte* 1846 p. 15 und 34. (Vergl. damit Fehler über den Ursprung des Thierkreises in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem J. 1838 S. 21.)

**) Die herrlichen Wäldungen von Cedrus deodvara (*Rémios* Buch I. S. 11), am häufigsten zwischen acht- und eilftausend Fuß, am oberen Hydaspes (Behut), der den Wallersee in dem Alpentale von Kaschnir durchströmt, haben das Material zu Neards Flotte hergegeben (Burnes, *Travels* Vol. I. p. 59). Der Stamm dieser Cedar hat nach der Beobachtung des, leider! der Wissenschaft (durch den Tod auf einem Schlachtfelde) entrissenen Dr. Hoffmeister, des Begleiters des Prinzen Waldemar von Preußen, oft bis 40 Fuß Umfang.

vinzen zwangen den Helden, der gegen Osten bis zum Ganges vordringen wollte, zur großen Catastrophe der Rückkehr. Die Länder, welche die Macedonier durchstreiften, waren der Wohnsitz wenig cultivirter Stämme. In dem Zwischenlande zwischen dem Satadru und der Jamuna (dem Indus- und Ganges-Gebiete) bildet ein unbedeutender Fluß, die heilige Sarasvati, eine uralte classische Grenze zwischen den reinen, würdigen, frommen Brahma-Anbetern in Osten und den unreinen, nicht in Casten getheilten, königlosen Stämmen in Westen*). Demnach gelangte Alexander nicht bis zu dem eigentlichen Sitze höherer indischer Cultur. Erst Seleucus Nicator, der Gründer des großen Seleuciden-Reiches, drang von Babylon aus gegen den Ganges vor und knüpfte durch die mehrfachen Gesandtschaften des Megasthenes nach Pataliputra †) politische Verbindungen mit dem mächtigen Sandracottus (Sichahdraguptas).

Auf diese Weise erst entstand ein lebhafter und dauernder Contact mit dem civilisirtesten Theile von Madhya-Desa (dem Land der Mitte). Zwar gab es auch im Pendschab (in der Pentapotamia) einsiedlerisch lebende gelehrte Brachmanen. Wir wissen aber nicht, ob das herrliche indische Zahlensystem, in dem die wenigen Zeichen ihren Werth durch bloße Stellung (Position) erlangen, jenen Brachmanen und Gymnosophisten bekannt war, ob (wie wohl zu vermuthen steht) damals schon im cultivirtesten Theile des indischen Landes der Stellenwerth erfunden war. Welch eine Revolution würde die Welt in der schnelleren Entwicklung und erleichterten Anwendung mathematischer Kenntnisse erfahren haben, wenn der Alexanders Heer begleitende Brachmane Sphines (im Heere Kalanos genannt), wenn später zu Augusts Zeiten der Brachmane Bargosa, ehe sie beide freiwillig den Scheiterhaufen zu Susa und Athen bestiegen, den Griechen das indische Zahlensystem auf eine Weise hätten mittheilen können, durch die dasselbe zu einem allgemeinen Gebrauche gelangt wäre! Die scharfsinnigen und vielumfassenden Untersuchungen von Chasles haben allerdings gelehrt, daß die sogenannte Methode des pythagorischen Abacus oder Algorismus, wie sie sich in der Geometrie des Boethius beschrieben findet, mit dem indischen Zahlensysteme des Stellenwerthes fast identisch sei; aber jene Methode, lange unfruchtbar bei Griechen und Römern, hat erst im Mittelalter eine allgemeine Verbreitung gewonnen, besonders als das Nullzeichen an die Stelle des leeren Faches trat. Die wohlthätigsten Erfindungen bedürfen oft Jahrhunderte, um anerkannt und vervollständigt zu werden.

III.

Zunahme der Weltanschauung unter den Ptolemäern. — Museum im Serapeum. — Eigenthümlicher Charakter der wissenschaftlichen Richtung in dieser Zeitperiode. — Encyclopädische Gelehrsamkeit. — Verallgemeinerung der Natursichten in den Erd- und Himmelsräumen.

Nach der Auflösung des macedonischen Weltreichs, das Gebiete dreier Continente umfaßte, entwickeln sich, doch in sehr verschiedener Gestaltung, die Keime, welche das vermittelnde, völkerverbindende Regierungssystem des großen Macedoniers in einen fruchtbaren Boden gelegt hatte. Je mehr die nationale Abgeschlossenheit der hellenischen Denkart da-

*) Lassen in der *Pentapotamia indica* p. 25, 29, 57—62 und 77, auch in der indischen Alterthumskunde Bd. I. S. 91. Zwischen der Sarasvati, im Nordwesten von Delhi, und der felsigen Trischnavati liegt nach Manu's Gesetzbuch Prachavarta, ein von den Göttern selbst priesterlich eingerichteter Bezirk des Brahman; dagegen ist im weiteren Sinne des Wortes Aryavarta (das Land der Würdigen, Arier) in der alten indischen Geographie das ganze Gebiet östlich vom Indus zwischen dem Himalaya und der Vindhya-Kette, von welcher an südl. die alte nicht-arijsche Urbevölkerung begann. Madhya-Desa, das Land der Mitte, dessen ich oben (Kosmos Buch I. S. 15) erwähnte, war nur ein Theil von Aryavarta. (Vergl. meine *Asie centrale* T. I. p. 204 und Lassen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 5, 10 und 93.) Die antiken indischen Freistaaten, die Gebiete der königlosen (von den orthoboren östlichen Dichtern verdammt), lagen zwischen dem Hydraotes und Hyphasis, d. i. zwischen dem jetzigen Ravi und dem Beas. †) Megasthenes, *Indica* ed. Schwanbeck 1846 p. 17.

hinschwand, je mehr ihre schöpferische begeisterte Kraft an Tiefe und Stärke verlor: desto gewinnreicher waren durch Belebung und Erweiterung des Völkerverkehrs, wie durch rationelle Verallgemeinerung der Naturansichten, die Fortschritte in der Kenntniß des Zusammenhangs der Erscheinungen. Im syrischen Reiche, bei den Attaliden von Pergamum, unter den Seleuciden und Ptolemäern wurden sie überall und fast gleichzeitig von ausgezeichneten Herrschern begünstigt. Das griechische Aegypten hatte den Vorzug politischer Einheit; es hatte auch den einer geographischen Weltstellung, die durch den Einbruch des arabischen Meerbusens von Bab-el-Mandeb bis Suez und Akaba (in der Erstreckungs-Richtung $ESD - NNW$) den Verkehr auf dem indischen Ocean dem Verkehr an den Küsten des Mittelmeers auf wenige Meilen nahe bringt*).

Das Reich der Seleuciden genoss nicht diese Vortheile des Seehandels, wie sie Form und Gliederung der Ländermassen den Lagiden darbieten; seine Stellung war gefährdeter, von den Zersplitterungen bedroht, welche die verschiedenartige Nationalität der Satrapien erzeugte. Der Verkehr im Seleuciden-Reiche war überdies mehr ein innerer, an Stromgebiete oder an Caravanenstrassen gefesselt, die allen hindernden Naturgewalten von schneebedeckten Gebirgsketten, Hochebenen und Wüsten trogten. Der große Waarenzug, in welchem die Seide das kostbarste Product war, ging aus Inner-Asien von der Hochebene der Serer nördlich von Uttara-Kuru, über den steinernen Thurm†) (wahrscheinlich einen besetzten Caravanserai) südlich von den Quellen des Jaxartes nach dem Drus-Thale zum caspischen und schwarzen Meere. Dagegen war der Hauptverkehr des Lagiden-Reiches, so lebhaft auch die Flußschiffahrt auf dem Nil und die Communication zwischen den Nil-Ufern und den Kunststraßen längs dem Gestade des rothen Meeres sein mochte, doch im eigentlichen Verstande des Wortes der Seehandel. Nach Alexanders großen Ansichten sollten, in Westen und Osten, das neugegründete ägyptische Alexandria und das uralte Babylon die beiden Hauptstädte des macedonischen Weltreichs werden; doch Babylon hat diesen Hoffnungen später nie entsprochen, und die Blüthe der, von Seleucus Nicator am unteren Tigris erbauten, durch Canäle‡) mit dem Euphrat verbundenen Seleucia trug dazu bei den völligen Verfall von Babylon zu veranlassen.

Drei große Regenten, die ersten drei Ptolemäer, deren Regierung ein ganzes Jahrhundert ausfüllt, haben durch ihre Liebe für die Wissenschaften, durch die glänzendsten Anstalten zur Beförderung geistiger Bildung und durch ununterbrochenes Streben nach Erweiterung des Seehandels, der Natur- und Länderkenntniß einen Zuwachs verschafft, wie derselbe bis dahin noch von keinem Volke errungen worden war. Dieser Schatz ächt wissenschaftlicher Cultur ging von den in Aegypten angesiedelten Hellenen zu den Römern über. Schon unter Ptolemäus Philadelphus, kaum ein halbes Jahrhundert nach dem Tode Alexanders (selbst eher als der erste punische Krieg den aristocratischen Freistaat der Carthager erschütterte), war Alexandria der größte Handelsplatz der Welt. Ueber Alexandria ging der nächste und bequemste Weg von dem Becken des Mittelmeers nach dem südöstlichen Afrika, nach Arabien und Indien. Die Lagiden haben die Straße des Weltverkehrs, welche die Natur durch die Richtung des arabischen Meerbusens gleichsam vorgezeichnet||), mit beispiellosem Erfolge benutzt: eine Straße, die ihr Recht in vollem Maasse erst dann wird wieder gelten lassen, wenn die Verwilderung des morgenländischen Lebens und die störende Eifersucht der abendländischen Mächte gleichzeitig abnehmen. Selbst als Aegypten eine römische Provinz wurde, blieb es der Sitz eines unermesslichen Reichthums, da der wachsende Luxus von Rom unter den Cäsaren auf das Nilland zurückwirkte und die Mittel seiner Befriedigung hauptsächlich in dem Weltverkehr von Alexandria fand.

*) S. oben Kosmos Buch II. S. 252.

†) Vergl. meine geographischen Untersuchungen in der Asie centrale T. I. p. 145 und 151—157, T. II. p. 179.

‡) Plin. VI, 26?

||) Droysen, Gesch. des hellenistischen Staatesystems S. 749.

Die wichtige Erweiterung der Natur- und Länderkenntniß unter den Lagiden war gegründet auf den Caravanenhandel in dem Inneren von Afrika über Cyrene und die Oasen, auf die Eroberungen in Aethiopien und dem glücklichen Arabien unter Ptolemäus Evergetes, auf den Seehandel mit der ganzen westlichen Halbinsel Indiens vom Meerbusen von Barygaza (Guzerat und Cambay) an längs den Küsten von Canara und Malabar (Malayavara, Gebiet von Malaya) bis zu den brahmanischen Heilthümern des Vorgebirges Comorin (Rumeri)*) und der großen Insel Ceylon (Lanka im Ramayana; Taprobane, ein von den Zeitgenossen Alexanders verstümmelter †) einheimischer Name). Schon Nearchs mühevoller, fünf Monat dauernde Beschiffung der Küsten von Gedrosien und Caramanien (zwischen Pattala an der Mündung des Indus und dem Ausfluß des Euphrat) hatte wesentlich zu den Fortschritten der Nautik beigetragen.

Die Kenntniß der Monsun-Winde, welche die Schifffahrt zwischen der Ostküste von Afrika und der Nord- und Westküste von Indien so wirksam begünstigen, fehlte Alexanders Gefährten nicht. Nachdem, um den Indus dem Weltverkehr zu eröffnen, der Macedonier in einer zehn Monat langen Fahrt den Fluß zwischen Nicäa am Hydaspes und Pattala untersucht hatte, eilte Nearch im Anfang des October (Ol. 113,3) von der Mündung des Indus bei Stura abzusегeln, weil er wußte, daß seine Seefahrt bis zum persischen Meerbusen von dem Nordost- und Ost-Monsun, längs der in einem Parallelkreise laufenden Küste, begünstigt werden würde. Die Ergründung eines so merkwürdigen localen Gesetzes der Windrichtung gab den Piloten später den Muth von Ocelis an der Straße Bab-el-Mandeb geradezu durch das hohe Meer nach dem großen malabarischen Stapelplaz Nuziris (südlich von Mangalor) zu schiffen, wo durch inneren Verkehr auch die Waaren der östlichen Küste der indischen Halbinsel, ja selbst das Gold der fernen Chryse (Borneo?) zusammenfloßen. Die Ehre, dies neue System der indischen Schifffahrt zuerst in Anwendung gebracht zu haben, wird einem übrigens unbekannten Seemann Hippalus zugeschrieben, dessen Zeitalter ‡) zweifelhaft ist.

In die Geschichte der Weltanschauung gehört die Aufzählung aller Mittel, durch welche die Völker sich genähert, große Theile des Erdkreises zugänglicher geworden, die Erkenntniß-Sphären der Menschheit erweitert worden sind. Unter diesen Mitteln ist eines der großartigsten gewesen die materielle Eröffnung einer Wasserstraße vom rothen zum mittelländischen Meere vermittelst des Nils. Wo zwei kaum zusammenhängende Continental-Massen die tiefsten maritimen Einschnitte darbieten, hatte, wenn auch nicht der große Sesostris (Ramses-Miame), welchem Aristoteles und Strabo es zuschreiben, doch Necho (Nefu) die Ausgrabung eines Canals begonnen, aber, durch priesterliche Orakelsprüche geschreckt, wiederum aufgegeben. Herodot sah und beschrieb einen vollendeten, der etwas oberhalb Bubastus in den Nil einmündete, ein Werk des Achämeniden Darius Hystaspis. Wieder in Verfall gerathen, ward endlich dieser Canal von Ptolemäus Philadelphus so vollkommen hergestellt, daß er, wenn auch nicht, trotz seiner künstlichen Schleuseneinrichtung, zu jeder Jahreszeit schiffbar, doch bis zu der Römer Herrschaft, bis Marc-Aurel, vielleicht bis Septimius Severus, also über vier und ein halbes Jahrhundert, den äthiopischen, arabischen und indischen Handel belebte. Zu denselben Zwecken des Völkerverkehrs durch das

*) Vergl. Lassen, indische Alterthumskunde Bb. I. S. 107, 153 und 158.

†) „Verstümmelt aus Tāmbapanni. Diese Pali-form lautet im Sanskrit Tāmraparā; die griechische Form Taprobane giebt halb die sanskritische (Tāmbra, Tapro), halb die Pali-form wieder.“ Lassen a. a. O. S. 201; vergl. Lassen, Diss. de Taprobane insula p. 19.) Auch die Lakediven (lakke statt laksha und dive statt dwipa, einhundert tausend Inseln) waren, wie die Malediven (Malayādiva, d. i. Inseln von Malabar) den alexandrinischen Seeleuten bekannt.

‡) Hippalus soll erst unter Claudius gelebt haben; aber die Angabe ist unwahrscheinlich, wenn auch unter den ersten Lagiden ein großer Theil der indischen Erzeugnisse nur auf arabischen Märkten gekauft wurden. Uebrigens wurde der Südwest-Monsun selbst Hippalus genannt, wie auch ein Theil des erythräischen oder indischen Oceans das Meer des Hippalus hieß; Petronne im Journal des Savans 1818 p. 405, Reinaud, Relation des Voyages dans l'Inde T. I. p. XXX.

rothe Meer wurde der Hafenbau in Myos Hormos und Berenice sorgsam betrieben und durch eine herrliche Kunststraße mit Coptos in Verbindung gesetzt *).

Allen diesen Anstalten und Unternehmungen der Lagiden, den mercantilen wie den wissenschaftlichen, lag ein unaufhaltsames Streben nach dem Ganzen und Fernen, die Idee des Anknüpfens und der vermittelnden Einigung, des Umfassens großer Massen von Verhältnissen und Anschauungen zum Grunde. Eine so fruchtbringende Richtung der hellenischen Gedankenwelt, lange im Stillen vorbereitet, war durch Alexanders Heerzüge, durch seinen Versuch, den Westen mit dem Osten zu verschmelzen, zu einer großartigen Manifestation gelangt. Sie charakterisirt in ihrer Erweiterung unter den Lagiden die Epoche, deren Bild ich hier entwerfe; sie darf als ein wichtiger Fortschritt zur Erkenntniß eines Weltganzen betrachtet werden.

In so fern nun zu dieser wachsenden Erkenntniß Reichthum und Fülle der Anschauungen erforderlich sind, konnte der Verkehr Aegyptens mit fernen Ländern, konnten wissenschaftliche Untersuchungsreisen in Aethiopien auf Kosten der Regierung †), ferne Strauß- und Elephantenjagden ‡), Menagerien wilder und seltener Thiere in den „Königshäusern vom Bruchium“ anregend zum Studium der Naturgeschichte ||) wirken und den Anforderungen des empirischen Wissens genügen; aber der eigenthümliche Charakter der ptolemäischen Epoche wie der ganzen alexandrinischen Schule, die ihre besondere Richtung bis in das dritte und vierte Jahrhundert behielt, offenbarte sich auf einem anderen Wege, minder im Selbstbeobachten des Einzelnen als in dem mühevollen Zusammenfassen des Vorhandenen, in der Anordnung, Vergleichung und geistigen Befruchtung des längst Gesammelten. Nachdem, so viele Jahrhunderte hindurch, bis zum mächtigen Auftreten des Aristoteles, die Naturerscheinungen, jeder scharfen Beobachtung entzogen, in ihrer Deutung der alleinigen Herrschaft der Ideen, ja der Willkür dumpfer Ahnungen und wandelbarer Hypothesen anheim gefallen waren, offenbarte sich jetzt eine höhere Achtung für das empirische Wissen. Man untersuchte und sichtete, was man besaß. Die Naturphilosophie, minder kühn in ihren Speculationen und phantastischen Gebilden, trat endlich der forschenden Empirie näher auf dem sicheren Wege der Induction. Ein mühevolleres Streben nach Anhäufung des Stoffes hatte eine gewisse Polymathie nothwendig gemacht; und wenn auch das vielseitige Wissen in den Arbeiten ausgezeichnete Denker wohlthätige Früchte darbot, so zeigte sich dasselbe doch, bei der hingerufenen Schöpfungskraft der Hellenen, nur zu oft von Geistlosigkeit und nüchterner Erudition begleitet. Auch haben Mangel an Pflege der Form wie an Lebendigkeit und Anmuth der Diction dazu beigetragen, die alexandrinische Gelehrsamkeit strengen Urtheilen der Nachwelt auszusetzen.

Es ist diesen Blättern vorbehalten hauptsächlich das hervorzuheben, was die Epoche der Ptolemäer durch das Zusammenwirken äußerer Verhältnisse, durch Stiftung und plan-

*) S. die Untersuchungen von Petronne über den Canalbau zwischen dem Nil und dem rothen Meere von Nestu bis zum Thalifen Omar, durch einen Zeitraum von mehr als 1300 Jahren, in der Revue des deux Mondes T. XXVII. 1841 p. 215–235. Vergl. auch Petronne de la civilisation égyptienne depuis Psammitichus jusqu'à la conquête d'Alexandre 1845 p. 16–19.

†) Meteorologische Speculationen über die fernen Ursachen des Anschwellens des Nils veranlaßten einen Theil dieser Reisen, weil Philadelphus, wie Strabo sich ausdrückt (lib. XVII p. 789 und 790), „wegen Wüßbegier und Körperschwäche immer neue Erstreckungen und Ergößlichkeiten suchte.“

‡) Zwei Jägerinschriften, „von denen die eine vorzugsweise an die Elephantenjagden des Ptolemäus Philadelphus erinnert,“ hat Lepsius auf seiner ägyptischen Reise an den Colossen von Abu Simbel (Isambul) gefunden und copirt. (Vergl. über diesen Gegenstand Strabo lib. XVI p. 769 und 770; Aelian,

de nat. anim. III, 34 und XVII, 3; Athenäus V p. 196.) Wenn gleich in dieses Eisenbein nach dem Periplos maris Erythraei ein Ausführ-Artikel von Barygaga war, so wurde doch nach dem Berichte des Cosmas Eisenbein auch aus Aethiopien nach der westlichen Halbinsel von Indien exportirt. Die Elephanten haben sich seit dem Alterthume, auch im östlichen Afrika, mehr nach Süden zurückgezogen. Nach dem Zeugnisse des Polybius (V, 84) trieb da, wo in der Schlacht afrkanische und indische Elephanten einander gegenüberstanden, der Anblick, der Geruch und das Geschrei der größten und stärkeren indischen Elephanten die afrkanischen in die Flucht. Der letzteren sind wohl nie als Kriegs- und indische Elephanten so viele aufgestellt worden, als in den asiatischen Feldzügen, wo Sandracupta 9000, der mächtige König der Parther 6000, ja selbst Akbar noch eben so viel versammelt hielten (Lassen, ind. Alterthumsfunde Bd. I. S. 305–307).

||) Athen. XIV p. 654; vergl. Partsch, das alexandrinische Museum, eine Preischrift, S. 55 und 171.

mäßige Ausstattung zweier großer Anstalten (des alexandrinischen Museums und zweier Büchersammlungen im Bruchium*) und in Rhafotis), durch die collegialische Annäherung so vieler Gelehrten, die ein praktischer Sinn belebte, geleistet hat. Das encyclopädische Wissen erleichterte die Vergleichung des Beobachteten, die Verallgemeinerung von Naturansichten. Das große wissenschaftliche Institut, welches den ersten beiden Lagiden seinen Ursprung verdankte, hat unter vielen Vorzügen lange auch den behauptet, daß seine Mitglieder frei nach ganz verschiedenen Richtungen†) arbeiteten und dabei doch, in einem fremden Lande angesiedelt und von vielerlei Volksstämmen umgeben, das Charakteristische hellenischer Sinnesart, hellenischen Scharfssinnes bewahrten.

Wenige Beispiele mögen, nach dem Geiste und der Form dieser historischen Darstellung, genügen, um zu beweisen, wie in der Erd- und Himmelskunde unter dem schützenden Einfluß der Ptolemäer Erfahrung und Beobachtung sich als die wahren Quellen der Erkenntniß Geltung verschafften, wie in der Richtung des alexandrinischen Zeitalters neben dem stoffanhäufenden Sammelstreife doch immer eine glückliche Verallgemeinerung der Ansichten sich offenbarte. Hatten auch die verschiedenen griechischen Philosophenschulen, nach Nieder-Aegypten verpflanzt, in ihrer orientalischen Ausartung, zu vielen mythischen Deutungen über die Natur der Dinge Anlaß gegeben, so blieb doch im Museum den platonischen Lehren‡) als sicherste Stütze das mathematische Wissen. Die Fortschritte dieses Wissens umfaßten fast gleichzeitig reine Mathematik, Mechanik und Astronomie. In Plato's hoher Achtung für mathematische Gedankenentwicklung wie in den alle Organismen umfassenden morphologischen Ansichten des Stagiriten lagen gleichsam die Keime aller späteren Fortschritte der Naturwissenschaft. Sie wurden der Leitstern, welcher den menschlichen Geist durch die Verirrungen der Schwärmerei finsterner Jahrhunderte sicher hindurchgeleitet, sie haben die gesunde wissenschaftliche Geisteskraft nicht ersterben lassen.

Der Mathematiker und Astronom Eratosthenes von Cyrene, der berühmteste in der Reihe der alexandrinischen Bibliothekare, benutzte die Schätze, welche ihm geöffnet standen, um sie zu einer systematischen Universal-Geographie zu verarbeiten. Er reinigte die Erdbeschreibung von den mythischen Sagen. Selbst mit Chronologie und Geschichte beschäftigt, trennte er doch die Erdbeschreibung von den geschichtlichen Einmischungen, welche dieselbe früher nicht ohne Anmuth belebten. Einen befriedigenden Ersatz lieferten mathematische Betrachtungen über die gegliederte Form und Ausdehnung der Continente, geognostische Vermuthungen über den Zusammenhang der Bergketten, die Wirkung der Strömungen und die vormalige Wasserbedeckung von Ländern, welche jetzt noch alle Spuren des trockenen Meeresbodens an sich tragen. Der oceanischen Schleusen-Theorie des Strato von Lampascus günstig, leitete der Glaube an das einstige Anschwellen des Pontus, an den Durchbruch der Dardanellen und die dadurch veranlaßte Eröffnung der Hercules-Säulen den alexandrinischen Bibliothekar auf die wichtige Untersuchung des Problems von der Gleichheit des Niveau's aller äußeren, die Continente umfließenden Meere§). Wie glücklich er in Verallgemeinerung der Ansichten war,

*) Die Bibliothek im Bruchium war die ältere, welche bei dem Brande der Flotte unter Julius Cäsar zerstört wurde. Die Bibliothek in Rhafotis machte einen Theil des Serapeums aus, wo sie mit dem Museum verbunden war. Die Büchersammlung von Pergamus wurde durch die Freigebigkeit des Antonius der Bibliothek in Rhafotis einverleibt.

†) Bacherot, *Histoire critique de l'École d'Alexandrie* 1846 T. I. p. V und 103. Daß das Institut von Alexandria, wie alle akademischen Corporationen, neben dem Vortrefflichen, was aus dem Zusammenwirken der Kräfte und der Anschaffung materieller Hülfsmittel entsteht, auch einschränkend und beherrschend wirkte, wurde schon im Alterthume mannigfaltig bezeugt. Ehenoch die einst so glänzende Stadt der traurige Sitz christlich-theologischer Streitigkeiten wurde, bestellte Hadrian

seinen Lehrer Vestinus zum Hohenpriester von Alexandria (zu einer Art von Cultusminister) und zugleich zum Vorsteher des Museums (zum Präsidenten der Akademie). Petronne, *Recherches pour servir à l'histoire de l'Egypte pendant la domination des Grecs et des Romains* 1823 p. 251.

‡) Fries, *Geschichte der Philosophie* Bd. II. S. 5 und dessen *Lehrbuch der Naturlehre* Th. I. S. 42. Vergl. auch die Betrachtungen über den Einfluß, welchen Plato auf die Begründung der Erfahrungswissenschaften durch Anwendung der Mathematik ausgeübt hat, in Brandis *Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie* Th. II. Abth. I. S. 276.

§) Ueber die physischen und geognostischen Meinungen des Eratosthenes s. Strabo lib. I. p. 49–56, lib. II p. 108.

bezeugt ferner seine Behauptung, daß der ganze Continent von Asien in dem Parallel von Rhodus (in dem Diaphragma des Dicæarchus) von einer zusammenhängenden west-östlich streichenden Bergkette durchschnitten sei*).

Ein reger Wunsch nach Allgemeinheit der Ansichten, Folge der geistigen Bewegung jener Zeit, veranlaßte auch die erste (hellenische) Gradmessung zwischen Syene und Alexandrien, d. i. den Versuch des Eratosthenes, den Umfang der Erde annäherungsweise zu bestimmen. Es ist nicht das erlangte Resultat, auf unvollkommene Angaben von Bematißen gegründet, welches unser Interesse erregt; es ist das Streben, sich von dem engen Raume des heimathlichen Landes zu der Kenntniß der Größe des Erdballs zu erheben.

Ein ähnliches Streben nach Verallgemeinerung der Ansichten bezeichnet in dem Zeitalter der Ptolemäer die glänzenden Fortschritte einer wissenschaftlichen Kenntniß der Himmelsräume. Ich erinnere hier an die Bestimmung der Fixsternörter der frühesten alexandrinischen Astronomen Aristyllus und Timochares; an Aristarch von Samos, den Zeitgenossen des Kleantes, welcher, mit alt-pythagoreischen Ansichten vertraut, die räumliche Construction des ganzen Weltgebäudes zu begründen wagte, den unermesslichen Abstand des Fixsternhimmels von unserem kleinen Planetensysteme zuerst erkannte, ja, die zwiefache Bewegung der Erde um ihre Achse und fortschreitend um die Centralsonne muthmaßte; an den Seleucus aus Erythrä (oder aus Babylon †), der ein Jahrhundert später die, noch wenig Anklang findende (kopernicanische) Meinung des Samiers zu begründen suchte; an Hipparch, den Schöpfer der wissenschaftlichen Astronomie, den größten selbstbeobachtenden Astronomen des ganzen Alterthums. Hipparch war unter den Griechen der eigentliche Urheber astronomischer Tafeln ‡), der Entdecker des Vorrückens der Nachtgleichen. Seine eigenen Fixsternbeobachtungen (zu Rhodus, nicht zu Alexandria, angestellt), als er sie mit denen des Timochares und Aristyllus verglichen, leiteten ihn (wahrscheinlich ohne ||) das Auflockern eines neuen Sternes) zu dieser großen Entdeckung, auf welche eine langfortgesetzte Beobachtung des Frühaufgangs des Sirius die Aegyptier allerdings sollte geführt haben können §).

Ein eigenthümlicher Charakterzug der Hipparchischen Bestrebungen ist noch der gewesen, Erscheinungen in den Himmelsräumen zu geographischen Ortsbestimmungen zu benutzen. Eine solche Verbindung der Erd- und Himmelskunde, der Reflex der einen auf die andere, belebte wie durch einigende Vermittelung die große Idee des Kosmos. Die Construction einer neuen Weltkarte des Hipparchus, auf die des Eratosthenes gegründet, beruht, wo die Anwendung astronomischer Beobachtungen möglich war, auf Mondfinsternissen und Schattenmessungen für die geographischen Längen und Breiten. Die hydraulische Uhr des Kleibius, eine Vervollkommenung der früheren Klesydren, konnte genauere Zeitmessungen verschaffen, während für Bestimmungen im Raume vom alten Gnomon und den Skaphen an bis zu der Erfindung von Astrolabien, von Solstitial-Armillen und Diopterlinealen den alexandrinischen Astronomen allmählig bessere Winkelmesser dargeboten wur-

*) Strabo lib. XI p. 519. Agathem. in Sudson, Geogr. graeci min. Vol. II. p. 4. Ueber die Richtigkeit der großartigen geographischen Ansichten des Eratosthenes s. meine Asia centrali T. I. p. 101—150, 198, 208—227, 413—415, T. II. p. 367 und 414—435, und Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 152—154. Ich habe die Gradmessung des Eratosthenes mit Vorzicht die erste hellenische genannt, da eine uralte chaldäische Bestimmung der Größe des Grades nach Kameelschritten nicht unwahrscheinlich ist. S. Chazelles, Recherches sur l'Astronomie indienne et chaldéenne in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 861.

†) Mir scheint die letztere Benennung die richtigere, da Strabo lib. XVI p. 739 einen „Seleucus von Seleucia unter mehreren sehr ehrenwerthen Männern als einen sternkundigen Chaldäer“ auführt. Hier ist wahrscheinlich Seleucia am Tigris gemeint, eine blü-

hende Handelsstadt. Sonderbar ist es freilich, daß derselbe Strabo einen Seleucus als genauen Beobachter der Ebbe und Fluth ebenfalls einen Babylonier (lib. I. p. 6) und später wieder (lib. III p. 174), vielleicht aus Nachlässigkeit, einen Erythräer nennt. (Vergl. Strabon, Bel. phys. p. 440.)

‡) Zeller, Handbuch der Chronologie Bb. I. S. 212 und 329.

||) Delambre, Histoire de l'Astronomie ancienne T. I. p. 290.

§) Bösch hat in seinem Philolaos S. 118 untersucht, ob die Pythagoreer schon früh aus ägyptischen Quellen die Präcession unter der Benennung: Bewegung des Fixsternhimmels gekannt haben. Petronne (Observations sur les représentations zodiacales qui nous restent de l'Antiquité 1824 p. 62) und Zeller (Handbuch der Chronol. Bb. I. S. 192) vindiciren aber diese Entdeckung ausschließlich dem Hipparch.

den. So gelangte stufenweise der Mensch wie durch neue Organe zu einer genaueren Kenntniß der Bewegungen im Planetensysteme. Nur die Kenntniß von der absoluten Größe, Gestalt, Masse und physischen Beschaffenheit der Weltkörper machte Jahrtausende lang keine Fortschritte.

Nicht allein mehrere selbstbeobachtende Astronomen des alexandrinischen Museums waren ausgezeichnete Geometer, das Zeitalter der Ptolemäer war überhaupt die glänzendste Epoche der Bearbeitung des mathematischen Wissens. Es erscheinen in demselben Jahrhundert Euclides, der Schöpfer der Mathematik als Wissenschaft, Apollonius von Perga und Archimedes, der Aegypten besuchte und durch Conon mit der alexandrinischen Schule zusammenhing. Der lange Weg, welcher von der sogenannten geometrischen Analysis des Plato und den Menächmischen Dreigestalten*) bis zu dem Zeitalter von Kepler und Tycho, Euler und Clairaut, d'Alembert und Laplace führt, bezeichnet eine Reihe mathematischer Entdeckungen, ohne welche die Gesetze der Bewegung der Weltkörper und ihre gegenseitigen Verhältnisse in den Himmelsräumen dem Menschengeschlechte nicht offenbart worden wären. Wie das Fernrohr, ein sinnliches näherndes, raumdurchdringendes Hilfsmittel, hat die Mathematik durch Ideenverknüpfung in jene fernen Himmelsregionen geführt, von einem Theil derselben sicheren Besitz genommen; ja bei Anwendung aller Elemente, die der Standpunkt der heutigen Astronomie gestattet, hat in unseren für Erweiterung des Wissens glücklichen Tagen das geistige Auge einen Weltkörper†) gesehen, ihm seinen Himmelsort, seine Bahn und seine Masse angewiesen, ehe noch ein Fernrohr auf ihn gerichtet war!

IV.

Römische Welt Herrschaft. — Einfluß eines großen Staatsverbandes auf die kosmischen Ansichten. — Fortschritte der Erdkunde durch Landhandel. — Strabo und Ptolemäus. — Anfänge der mathematischen Optik und des chemischen Wissens. — Versuch einer physischen Weltbeschreibung durch Plinius. — Die Entstehung des Christenthums erzeugt und begünstigt das Gefühl von der Einheit des Menschengeschlechts.

Wenn man die geistigen Fortschritte der Menschheit und die allmähliche Erweiterung kosmischer Ansichten verfolgt, so tritt die Periode der römischen Welt Herrschaft als einer der wichtigsten Zeitpunkte hervor. Alle die fruchtbaren Erdstriche, welche das Becken des Mittelmeers umgeben, finden wir nun zum ersten Male in einem engen Staatsverbande vereinigt. Große Ländermassen haben sich ihm besonders im Osten angeschlossen.

Es ist hier der Ort aufs neue daran zu erinnern‡), wie das Bild, das ich mich bestrebe als Geschichte der Weltanschauung in allgemeinen Zügen zu entwerfen, eben durch das Auftreten eines solchen Staatsverbandes eine objectivte Einheit der Darstellung empfängt. Unsere Civilisation, d. i. die geistige Entwicklung aller Völker des ganzen europäischen Continents, kann man als gewurzelt betrachten in der der Anwohner des mittelländischen Meerbeckens, und zunächst in der Civilisation der Griechen und Römer. Was wir vielleicht nur zu ausschließlich classische Literatur nennen, erhielt diese Bezeichnung durch die Kenntniß von dem Ursprunge unseres frühesten Wissens, von der ersten Anregung zu solchen Ideenkreisen und Gefühlen, die mit der Vermenschlichung und Geisteserhebung eines Volksstammes||) am innigsten verwandt sind. Es wird in dieser Betrachtungsweise keinesweges für unwichtig erklärt, was dem großen Strome griechischer und römischer Cultur auf mannigfaltigen, noch nicht genugsam ergründeten Wanderungswegen

*) Ideler über Eudorus S. 23.

†) Der von Le Verrier entdeckte Planet.

‡) Vergl. oben Kosmos Buch II. S. 244, 246, 248 und 261.

||) Wilhelm v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. I. S. XXXVII.

aus dem Niltale und aus Phönicien, vom Euphrat her oder aus Indien zugeführt worden ist; aber auch diese fremdbartigen Elemente verdanken wir zuerst dem Griechenthume und den von Etruskern und Griechen umgebenen Römern. Wie spät erst haben die großen Denkmäler älterer Culturvölker unmittelbar durchforscht, gedeutet, nach ihrem relativen Alter geordnet werden können! wie spät sind Hieroglyphen und Keilschriften gelesen worden, vor denen Jahrtausende lang Heerschaaren und Caravanen vorbeigezogen waren, ohne etwas von ihrem Inhalte zu ahnden!

Das Veden des Mittelmeeres ist allerdings in seinen beiden vielgegliederten, nördlichen Halbinseln der Ausgangspunkt rationeller und politischer Bildung für diejenigen Nationen gewesen, welche jetzt den, wir hoffen, unvergänglichen, täglich sich mehrenden Schatz wissenschaftlicher Kenntnisse und schöpferischer Kunstthätigkeiten besitzen, welche Besitzung und mit ihr erst Knechtschaft und dann unwillkürlich Freiheit über eine andere Erdhälfte verbreiten; aber es bleiben doch auch in unserer Erdhälfte, wie durch die Günst des Schicksals, wieder Einheit und Mannigfaltigkeit anmuthig mit einander gepaart. Die Elemente, die aufgenommen wurden, waren so verschieden als ihre Aneignung und Transformation nach den grell contrastirenden Eigenthümlichkeiten und den individuellen Gemüthsrichtungen der einzelnen Völkerracen von Europa. Selbst jenseits des Oceans bewahren Colonien und Ansiedelungen, die mächtige freie Staaten geworden sind oder hoffentlich einst sich organisch dazu ausbilden werden, den Reflex dieser Contraste.

Der römische Staat in der Form einer Monarchie unter den Cäsaren ist, nach seinem Flächeninhalte*) betrachtet, an absoluter Größe allerdings von der chinesischen Weltherrschaft unter der Dynastie der Tsin und der östlichen Han (30 Jahre vor bis 116 Jahre nach unserer Zeitrechnung), von der Weltherrschaft der Mongolen unter Dschingischan und dem jetzigen Areal des russischen europäisch-asiatischen Kaiserreichs übertroffen worden; aber, die einzige spanische Monarchie, so lange sie über den Neuen Continent ausgebreitet war, ausgenommen, ist nie eine größere Masse durch Klima, Fruchtbarkeit und Weltstellung begünstigter Erdstriche unter einem Scepter verbunden gewesen denn in dem römischen Reiche von Octavian bis Constantin.

Von dem westlichen Ende Europas bis zum Euphrat, von Britannien und einem Theile Caeboniens bis Gätulien und zur Grenze des wüsten Libyens bot sich nicht bloß die größte Mannigfaltigkeit von Bodengestaltung, organischen Erzeugnissen und physischen Erscheinungen dar; auch das Menschengeschlecht zeigte sich dort in allen Abstufungen seiner Cultur und Verwilderung, im Besitze alten Wissens und lang geübter Künste, wie im ersten Dämmerlichte des intellectuellen Erwachens. Ferne Expeditionen in Norden und Süden nach den Bernsteinküsten, und unter Aelius Gallius und Valbus nach Arabien und zu den Garamanten wurden mit ungleichem Glücke ausgeführt. Vermessungen des ganzen Reichs wurden durch griechische Geometer (Zenodorus und Polyctetus) schon unter Augustus begonnen, auch Itinerarien und Spectal-Topographien angefertigt (was freilich im chinesischen Reiche viele Jahrhunderte früher geschah), um sie unter die einzelnen Statthalter der Provinzen zu vertheilen †). Es waren die ersten statistischen Arbeiten, welche Europa aufzuweisen hat. Römerstraßen, in Milien getheilt, durchschnitten viele ausgedehnte Praefecturen; ja Hadrian besuchte, doch nicht ohne Unterbrechung, in einer eilfjährigen Reise sein Weltreich von der iberischen Halbinsel an bis Judäa, Aegypten und Mauretanien. So war ein großer Theil der römischen Herrschaft unterworfenen Theil der Welt aufgeschlossen und wegsam gemacht: pervius orbis, wie mit minderem Rechte von dem ganzen Erdkreise der Chor ‡) in der Medea des Seneca weißsagt.

*) Der Flächeninhalt des römischen Reichs unter August in nach der Umgrenzung, welche Ptolemäus in seiner Geschichte der Staaten des Alterthums S. 403—470 annimmt, von Professor Berghaus, dem Verfasser des vortrefflichen physikalischen Atlas's, zu etwas mehr als 160000 geographischen Quadratmeilen be-

rechnet worden: ohngefähr 1/3 mehr als die Zahl (160000 square miles), die Gibbon in der History of the decline of the Roman Empire Vol. I. chapt. 1 p. 39, aber freilich selbst als überaus zweifelhaft, angiebt.

†) Veget. de re mil. III, 6.

‡) Act. II v. 371, in der vielbesprochenen Weissagung,

Bei dem Genuße eines langen Friedens hätte man vielleicht erwarten sollen, daß die Vereinigung so ausgedehnter, unter den verschiedenartigsten Klimaten gelegener Länder zu einer Monarchie, daß die Leichtigkeit, mit der Staatsbeamte mit einem zahlreichen Gefolge vielseitig gebildeter Männer die Provinzen durchreisten, nicht bloß der Erdbeschreibung, sondern der gesammten Naturkunde und den höheren Ansichten über den Zusammenhang der Erscheinungen auf eine außerordentliche Weise förderlich gewesen sein würde; aber so hochgespannte Erwartungen sind nicht in Erfüllung gegangen. In dieser langen Periode der ungetheilten römischen Weltherrschaft, in fast vier Jahrhunderten, erhoben sich als Beobachter der Natur nur Dioscorides der Cilicier und Galenus von Pergamus. Der erstere, die Zahl der beschriebenen Pflanzenarten ansehnlich vermehrend, steht tief unter dem philosophisch combinirenden Theophrast: während durch Feinheit der Zergliederung und den Umfang physiologischer Entdeckungen Galenus, welcher seine Beobachtungen auf mehrere Thiergattungen ausgedehnt, „sehr nahe neben Aristoteles und meist über ihn gestellt werden kann.“ Dieses Urtheil hat Cuvier*) gefällt.

Neben Dioscorides und Galenus glänzt nur noch ein dritter großer Name, der des Ptolemäus. Wir nennen ihn hier nicht als astronomischen Systematiker oder als Geographen, sondern als experimentirenden, die Strahlenbrechung messenden Physiker, als ersten Gründer eines wichtigen Theils der Optik. Seine ganze unbezweifelbaren Rechte sind erst spät erkannt worden†). So wichtig auch die Fortschritte in der Sphäre des organischen Lebens und in den allgemeinen Ansichten der vergleichenden Zoologie waren, so müssen doch hier in einer Periode, welche der der Araber um ein halbes Jahrtausend vorgeht, physische Experimente über den Gang der Lichtstrahlen unsere Aufmerksamkeit besonders fesseln. Es ist wie der erste Schritt in einer neugeöffneten Laufbahn, in dem Streben nach einer mathematischen Physik.

Die ausgezeichneten Männer, welche wir so eben genannt als wissenschaftlichen Glanz über die Kaiserzeit verbreitend (der tiefsinnige, aber noch symbollose, arithmetische Algebrist Diophantus‡) gehört einer späteren Zeit an), sind alle griechischen Stammes. Bei dem Zwiespalt der Bildung, den die römische Weltherrschaft darbot, blieb dem älteren, glücklicher organisirten Culturvolke, den Hellenen, die Palme; aber es zerstreuten sich nach dem allmählichen Untergange der ägyptisch-alexandrinischen Schule die geschwächten Lichtpunkte des Wissens und des rationellen Forschens: sie erscheinen erst später wieder in Griechenland und Kleinasien. Wie in allen unumschränkten Monarchien, welche bei einem ungeheuren Umfange aus den heterogensten Elementen zusammengesetzt sind, war das Streben der Regierung hauptsächlich darauf gerichtet durch militärischen Zwang und durch die innere Rivalität einer vielfach getheilten Administration die drohende Zerstückerung des Länderverbandes abzuwenden, durch Wechsel von Strenge und Milde den Familienzwist im Hause der Cäsaren zu verdecken, unter edeln Herrschern den Völkern die Ruhe zu geben, welche der ungehinderte, still ertragene Despotismus periodenweise gewähren kann.

Das Erringen der römischen Weltherrschaft ist allerdings ein Werk gewesen der Größe des römischen Charakters, einer lang bewährten Sittenstrenge, einer ausschließlichen, mit

welche schon seit Columbus dem Sohne auf die Entdeckung von Amerika bedeutet wurde.

*) Cuvier, Hist. des Sciences naturelles T. I. p. 312—323.

†) Liber Ptolemei de optica sive aspectibus, das seltene Manuscript der königlichen Pariser Bibliothek No. 7310, welches ich bei Gelegenheit der Auffindung einer denkwürdigen Stelle über die Strahlenbrechung im Sertus Empiricus (adversus Astrologos lib. V p. 361 Fabr.) untersucht habe. Die Auszüge, die ich aus dem Pariser Manuscripte 1811, also vor Delambre und Venturi, gegeben, stehen in der Einleitung meines Recueil d'Observations astronomiques T. I. p. LXX—LXX. Das griechische Original ist uns nicht erhalten,

sondern nur eine lateinische Uebersetzung zweier arabischen Manuscripte der Optik des Ptolemäus. Der lateinische Uebersetzer nennt sich Amiraeus Eugenius, Siculus. Bergl. Venturi, Comment. sopra la storia e le teorie dell' Ottica (Bologna 1814) p. 227; Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne (1817) T. I. p. LI und T. II. p. 410—432.

‡) Petronne beweist aus der Begebenheit des fanatischen-christlichen Mordes der Tochter des Theon von Alexandrien, daß das so viel bestrittene Zeitalter des Diophantus doch nicht nach dem Jahre 389 fallen kann (Sur l'origine grecque des Zodiaques prétendus égyptiens 1837 p. 26).

hohem Selbstgefühl gepaarten Vaterlandsliebe. Nachdem aber die Weltherrschaft errungen war, fanden sich nach dem unvermeidlichen Einflusse der hervorgerufenen Verhältnisse jene herrlichen Eigenschaften allmählig geschwächt und umgewandelt. Mit dem Nationalgeiste erlosch die volksthümliche Beweglichkeit der Einzelnen. Es verschwanden Oeffentlichkeit und Bewahrung der Individualität der Menschen, die zwei Hauptstützen freier Verfassungen. Die ewige Stadt war das Centrum eines zu großen Kreises geworden. Es fehlte der Geist, der einen so vieltheiligen Staatskörper hätte dauernd beseelen können. Das Christenthum wurde Staatsreligion, als das Reich bereits tief erschüttert und die Milde der neuen Lehre durch den dogmatischen Zwist der Partheien in ihren wohlthätigen Wirkungen gestört war. Auch begann schon damals „der lästige Kampf des Wissens und des Glaubens,“ welcher unter mancherlei Gestalt, der Forschung hinderlich, durch alle Jahrhunderte fortgesetzt wird.

Wenn aber auch seinem Umfange und seiner durch den Umfang bedingten Verfassung nach das römische Kaiserreich, ganz im Gegensatz des partiellen selbstständigen Lebens der kleinen hellenischen Republiken, die schaffende geistige Kraft der Menschheit nicht zu beleben und zu stärken vermochte, so bot es dagegen andere eigenthümliche Vortheile dar, die hier zu bezeichnen sind. Es entstand ein großer Reichthum von Ideen als Folge der Erfahrung und vielseitiger Beobachtung. Die Welt der Objecte wurde ansehnlich vergrößert, und so für spätere Zeiten einer denkenden Betrachtung der Naturerscheinungen vorgearbeitet. Der Völkerverkehr wurde durch die Römerherrschaft belebt, die römische Sprache verbreitet über den ganzen Occident und einen Theil des nördlichen Afrika. Im Orient blieb das Griechenthum heimisch, nachdem das bactrische Reich schon längst unter Mithridates I. (dreizehn Jahre vor dem Einfall der Sacen und Scythen) zerstört war.

Der Ausdehnung, d. h. der geographischen Verbreitung nach gewann, selbst ehe der Sitz des Reichs nach Byzanz verlegt wurde, die römische Sprache über die griechische. Dieses Eindringen zweier hochbegabter, an literarischen Denkmälen reicher Völkern wurde ein Mittel der größeren Verschmelzung und Einigung der Volksstämme, ein Mittel zugleich die Gesittung und Bildungsfähigkeit zu vermehren, „den Menschen (wie Plinius †) sagt) menschlich zu machen und ihm ein gemeinsames Vaterland zu geben.“ So viel Verachtung auch im ganzen der Sprache der Barbaren (der stummen, *ἄγλωσσοι* nach Pollux) zugewandt war, gab es doch einzelne Beispiele, daß in Rom, nach dem Vorbilde der Lagiden, die Uebersetzung eines literarischen Werkes aus dem Punischen in das Lateinische befördert wurde. Die Schrift des Mago vom Ackerbau ist bekanntlich auf Befehl des römischen Senats übersetzt worden.

Wenn das Weltreich der Römer im Westen des alten Continents, wenigstens an der nördlichen Küste des Mittelmeeres, schon das heilige Vorgebirge, also das äußerste Ende erreicht hatte, so erstreckte es sich in Osten selbst unter Trajan, der den Tigris beschiffte, doch nur bis zum Meridian des persischen Meerbusens. Nach dieser Seite hin war in der Periode, welche wir schildern, der Fortschritt des Völkerverkehrs, des für die Erdkunde wichtigsten Landhandels am größten. Nach dem Sturze des griechisch-bactrischen Reiches begünstigte dazu die aufblühende Macht der Arsaciden den Verkehr mit den Serern; doch war derselbe nur ein mittelbarer, indem der unmittelbare Contact der Römer mit Innerasien durch den lebhaften Zwischenhandel der Parther gestört wurde. Bewegungen, die aus dem fernsten China ausgingen, veränderten stürmisch schnell, wenn auch nicht auf eine lange Dauer, den politischen Zustand der ungeheuren Länderstrecke, die sich zwischen dem vulkanischen Himmelsgebirge (Tschian-schan) und der Kette des nördlichen Tibet (dem

*) Diese Wohlthat der Gesittung (der Anregung zu menschlichen Gefühlen) durch Verbreitung einer Sprache ist in dem Lobc Italiens von Plinius schön bezeichnet: *omnium terrarum alumna eadem et patrens, numino Deum electa, quae sparsa congregaret imperia ritusque molliret, et tot populorum discordes ferasque linguas sermonis commercio contraheret, colloquia, et humanitatem homini daret, breviterque una eunetarum gentium in toto orbo patriam fieret.* (Plin. Hist. nat. III, 5.)

Kuen-lün) hinzieht. Eine chinesische Kriegsmacht bedrängte die Hiongnu, machte zinsbar die kleinen Reiche von Khotan und Kaschgar, und trug ihre siegreichen Waffen bis an die östliche Küste des caspischen Meeres. Das ist die große Expedition des Feldherrn Pantshab unter dem Kaiser Mingti aus der Dynastie der Han. Sie fällt in die Zeiten des Vespasian und Domitianus. Chinesische Schriftsteller schreiben sogar dem kühnen und glücklichen Feldherrn einen großartigeren Plan zu; sie behaupten, er habe das Reich der Römer (Tathsin) angreifen wollen, aber die Perser hätten ihn abgemahnt*). So entstanden Verbindungen zwischen den Küsten des stillen Meeres, dem Schensi und jenem Drus-Gebiete, in welchem von früher Zeit her ein lebhafter Handel mit dem schwarzen Meere getrieben wurde.

Die Richtung der großen Völkerfluthen in Asien war von Osten nach Westen, in dem Neuen Continente von Norden gegen Süden. Underthab Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, fast zur Zeit der Zerstörung von Korinth und Carthago, gab der Anfall der Hiongnu (eines türkischen Stammes, den Deguignes und Johannes Müller mit den finischen Hunnen verwechseln) auf die blonde und blauäugige wahrscheinlich indogermanische Race†) der Queti (Geten?) und Ufün, nahe an der chinesischen Mauer, den ersten Anstoß zu der Völkerwanderung, welche die Grenzen von Europa erst um ein halbes Jahrtausend später berührte. So hat sich langsam die Völkerwelle vom oberen Flußthal des Huangho nach Westen bis zum Don und zur Donau fortgepflanzt, und Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen haben in dem nördlichen Gebiete des alten Continents einen Theil des Menschengeschlechts mit dem anderen zuerst in feindlichen, später in commerciellen friedlichen Contact gebracht. So werden große Volksströmungen, fortschreitend wie die Strömungen des Oceans zwischen ruhenden unbewegten Massen, Begebenheiten von kosmischer Bedeutung.

Unter der Regierung des Kaisers Claudius kam die Gesandtschaft des Nachias aus Ceylon über Aegypten nach Rom. Unter dem Marcus Aurelius Antoninus (bei den Geschichtschreibern der Dynastie der Han An-tun genannt) erschienen römische Legaten am chinesischen Hofe. Sie waren zu Wasser über Tunkin gekommen. Wir bezeichnen hier die ersten Spuren eines ausgebreiteten Verkehrs des Römerreiches mit China und Indien schon deshalb, weil höchstwahrscheinlich durch diesen Verkehr in beide Länder, ohngefähr in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung, die Kenntniß der griechischen Sphäre, des griechischen Thierkreises und der astrologischen Planetenwoche verbreitet worden ist‡). Die großen indischen Mathematiker Warahamihira, Brahmagupta und vielleicht selbst Aryabhata sind neuer als die Periode, die wir hier schildern ||); aber was früher schon auf ganz einsamen, abgesonderten Wegen in Indien entdeckt war und diesem altgebildeten Volke ursprünglich zugehört, kann auch vor Diophantus durch den unter den Lagiden und Cäsaren so ausgebreiteten Welthandel theilweise in den Occident eingedrungen sein. Es soll hier nicht unternommen werden abzusondern, was jedem Völkerstamme und jeder Zeitperode eigenthümlich ist; es ist genug an die Wege zu erinnern, die dem Ideenverkehr geöffnet waren

*) Klaproth, *Tableaux historiques de l'Asie* 1826 p. 65—67.

†) Zu dieser blonden, blauäugigen indogermanischen, gotischen oder arischen Race des östlichen Asiens gehören die Ufün, Tjingling, Gutsi und großen Queten. Die letzten werden von den chinesischen Schriftstellern ein tübischer Romabensstamm genannt, der schon 300 Jahre vor unserer Zeitrechnung zwischen dem oberen Lauf des Huangho und dem Schneegebirge Nanshan eingewandert war. Ich erinnere hier an diese Abkunft, da die Serer (Plin. VI, 22) ebenfalls rutilis comis et caeruleis oculis beschrieben werden (vergl. Alfert, *Geogr. der Griechen und Römer* Th. III. Abth. 2. 1845 S. 275). Die Kenntniß dieser blonden Rassen, welche in dem östlichsten Theil von Asien auftraten und den ersten Anstoß zur sogenannten großen Völkerwan-

derung gaben, haben wir den Nachforschungen von Abel-Rémusat und Klaproth zu verdanken; sie gehören zu den glänzenden geschichtlichen Entdeckungen unseres Zeitalters.

‡) Letronne in den *Observations critiques et archéologiques sur les représentations zodiacales de l'Antiquité* 1824 p. 99, wie auch in seiner neueren Schrift *sur l'origine grecque des Zodiacques prétendus égyptiens* 1837 p. 27.

||) Der gründliche Colebrooke setzt Warahamihira in das fünfte, Brahmagupta an das Ende des sechsten Jahrhunderts und Aryabhata ziemlich unbestimmt zwischen 200 und 400 unserer Zeitrechnung. (Vergl. *Folgermann über den griechischen Ursprung des indischen Thierkreises* 1841 S. 23.)

Wie vielfach diese Wege und alle Fortschritte des allgemeinen Verkehrs geworden waren, bezeugen am lebhaftesten die Riesenwerke des Strabo und Ptolemäus. Der geistreiche Geograph von Amasea hat nicht die Hipparchische Genauigkeit des Meßbaren und die Ansichten mathematischer Erdkunde des Ptolemäus; aber an Mannigfaltigkeit des Stoffes, an Großartigkeit des entworfenen Planes übertrifft sein Werk alle geographischen Arbeiten des Alterthums. Strabo hatte, wie er sich dessen gern rühmt, einen beträchtlichen Theil des Römerreichs mit eigenen Augen gesehen, „von Armenien bis an die tyrrhenischen Küsten, vom Eurinus bis an die Grenzen Aethiopiens.“ Nachdem er als Fortsetzung des Polybius 43 Geschichtsbücher vollendet, hatte er in seinem drei und achtzigsten Lebensjahre *) den Muth die Redaction seines geographischen Werkes zu beginnen. Er erinnert, „daß zu seiner Zeit die Herrschaft der Römer und Parther die Welt eröffnet haben, mehr noch als Alexanders Heerzüge, auf die Eratosthenes sich stützen konnte.“ Der indische Handel war nicht mehr in den Händen der Araber; Strabo staunte in Aegypten über die vermehrte Zahl der Schiffe, die von Myos Hormos unmittelbar nach Indien segeln †), ja seine Einbildungskraft führte ihn weiter über Indien hinaus an die östliche Küste von Asien. Da wo nach ihm in dem Parallel der Hercules-Säulen und der Insel Rhodos eine zusammenhängende Gebirgskette (Fortsetzung des Taurus) den alten Continent in seiner größten Breite durchzieht, ahndet er die Existenz eines andern Festlandes zwischen dem westlichen Europa und Asien. „Es ist sehr wohl möglich,“ sagt er ‡), „daß in demselben gemäßigten Erdgürtel nahe an dem Parallelkreise von Thina (oder Athen?), welcher durch das atlantische Meer geht, außer der von uns bewohnten Welt noch eine andere oder selbst mehrere liegen, mit Menschen bevölkert, die von uns verschieden sind.“ Es muß Wunder nehmen, daß dieser Ausspruch nicht die Aufmerksamkeit der spanischen Schriftsteller auf sich gezogen hat, welche am Anfang des sechzehnten Jahrhunderts überall in den Classikern Spuren einer Kenntniß des neuen Welttheils zu finden glaubten.

„Wie bei allen Kunstwerken,“ sagt Strabo schön, „die etwas großes darstellen sollen, es nicht vorzüglich auf die Vollenbung einzelner Theile ankommt,“ so wolle er „in seinem Riesenwerke“ auch vor allem den Blick auf die Gestaltung des Ganzen heften. Dieser Hang nach Verallgemeinerung der Ideen hat ihn nicht abgehalten gleichzeitig eine große Zahl trefflicher physikalischer, besonders geognostischer Resultate ||) aufzustellen. Er behandelt

*) Ueber die Gründe, welche nach dem Zeugniß unseres Textes des Strabo den so überaus späten Beginn der Ausarbeitung beweisen, s. Gröskurd's deutsche Uebersetzung Th. I. (1831) S. XVII.

†) Strabo lib. I. p. 14, lib. II p. 118, lib. XVI p. 781, lib. XVII p. 798 und 815.

‡) Vergl. die beiden Stellen des Strabo lib. I. p. 65 und lib. II p. 118 (Humboldt, Examens critique de l'hist. de la Géographie T. I. p. 152—154). In der wichtigsten neuen Ausgabe des Strabo von Gustav Kramer (1844) Th. I. p. 100 wird für „Kreis von Thina Kreis von Athen“ gelesen, als wäre Thina erst im Pseudo-Strabon, im Periplus maris rubri genannt worden. Diesen Periplus setzt Dobson unter M. Aurelius und Lucius Verus, während derselbe nach Letronne erst unter Septimius Severus und Caracalla verfaßt wurde. Obgleich fünf Stellen des Strabo nach allen Handschriften Thina haben, so entscheiden doch lib. II. p. 78, 86, 87, und vor allen 82, wo selbst Eratosthenes genannt ist, für den Parallelkreis von Athen und Rhodus. Man verwechselte beide, da die alten Geographen die Salbinsel von Attica zu weit gegen Süden vorstreckten. Auch müßte es auffallend scheinen, wäre die gewöhnliche Lesart *Θρινία κενός* die richtige, daß nach einem so wenig bekannten Orte der Sinen (Äfin) ein eigener Parallelkreis, das Diaphragma des Diarchus u., benannt worden sei. Indes setzt Cosmas Indicopleustes sein *Τζινηα* (Ähina) ebenfalls in Verbindung mit der Gebirgskette, welche Persien und die ro-

manischen Länder, wie die ganze bewohnte Welt in zwei Theile theilt; er fügt sogar die Bemerkung hinzu (und diese Worte sind sehr merkwürdig): nach dem Glauben der indischen Philosophen oder Brachmanen. Vergl. Cosmas in Montfaucon, Collect. nova Patrum T. II. p. 137 und meine Asia centrale T. I. p. XXIII, 120—129 und 194—203, T. II. p. 413. Der Pseudo-Strabon, Agathemerus nach den gelehrten Untersuchungen von Professor Franz, und Cosmas schreiben bestimmt der Metropolis der Sinen eine sehr nördliche Breite, ohngefähr im Parallel von Rhodus und Athen; zu während Ptolemäus, durch Säufernachrichten (Geogr. I, 17) verführt, nur ein Thina 3 Grade südlich vom Aequator kennt. Ich vermute, daß Thina bloß im allgemeinen ein fieschisches Emporium, einen Hafen im Lande Äfin, bezeichnet und daß daher ein Thina (Ähina) nördlich und ein anderes südlich vom Aequator habe genannt werden können.

||) Strabo lib. I. p. 49—60, lib. II p. 95 und 97, lib. VI p. 277, lib. XVII p. 830. Ueber Hebung der Inseln und des Festlandes s. besonders lib. I. p. 51, 54 und 59. Schon der alte Eleate Xenophanes lehrte durch die Hüße fossiler Seeproducte fern von den Küsten geleitet, „daß der jetzt trockene Erdboden aus dem Meere gegeben sei“ (Drigen, Philosophumena cap. 4). Apulejus sammelte zur Zeit der Antanine Versteinerungen aus den gatlischen (mauretanischen) Gebirgen und schrieb sie der Deucalionischen Fluth zu, welche er sich demnach eben so allgemein dachte, als die Hebräer die

wie Posidonius und Polybius den Einfluß der schneller oder langsamer auf einander folgenden Durchgänge der Sonne durch den Zenith auf das Maximum der Luftwärme unter dem Wendekreise oder dem Aequator; die mannigfaltigen Ursachen der Veränderungen, welche die Erdoberfläche erlitten; den Durchbruch ursprünglich abgeschlossener Seen; das allgemeine, schon von Archimedes anerkannte Niveau der Meere; die Strömungen derselben; die Eruption unterseerischer Vulkane, Muschelversteinerungen und Fischabdrücke; ja, was am meisten unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht, weil es der Kern der neueren Geognosie geworden ist, die periodischen Oscillationen der Erdrinde. Strabo sagt ausdrücklich, daß die veränderten Grenzen zwischen Meer und Land mehr der Hebung und Senkung des Bodens als den kleinlichen Anschwellungen zuzuschreiben seien; „daß nicht bloß einzelne Felsmassen oder kleine und große Inseln, sondern ganze Continente können empor gehoben werden.“ Wie Herodot, ist Strabo auch auf die Abstammung der Völker und die Rassenverschiedenheit des Menschen aufmerksam, welchen er merkwürdig genug „ein Land- und Lustthier“ nennt, das „vieles Lichtes bedürftig“ ist*). Die ethnologische Absonderung der Stämme finden wir am schärfsten aufgefaßt in den Commentaren des Julius Cäsar wie in des Tacitus herrlicher Lobrede auf den Agricola.

Leider ist Strabo's großes, an Thatfachen so reichhaltiges Werk, dessen kosmische Ansichten wir hier zusammenstellen, in dem römischen Alterthume bis in das fünfte Jahrhundert fast unbekannt, selbst von dem viel sammelnden Plinius unbenußt geblieben. Es hat erst am Ende des Mittelalters auf die Richtung der Ideen gewirkt: aber in minderm Maße als die mathematische, den physikalischen Ansichten fast ganz entfremdete, tabellarisch-nüchterne Geographie des Claudius Ptolemäus. Letztere ist bis in das sechzehnte Jahrhundert der Leitfaden aller Reisenden gewesen. Was man entdeckte, glaubte man fast immer in ihr unter anderen Benennungen zu erkennen. Wie die Naturhistoriker lange neu aufgefundenen Pflanzen und Thiere den klassischen Verzeichnissen des Linnäus anschlossen, so erschienen auch die frühesten Carten des Neuen Continents in dem Atlas des Ptolemäus, welchen Agathodämon zu derselben Zeit anfertigte, als im fernsten Asien bei den hochgebildeten Chinesen schon die westlichen Provinzen des Reichs†) in vier und vierzig Abtheilungen verzeichnet waren. Die Universal-Geographie des Ptolemäus hat allerdings den Vorzug und die ganze Welt sowohl graphisch (in Umrissen) als numerisch (in sogenannten Ortsbestimmungen nach Längen, Polhöhen und Tagesdauer) darzustellen; aber so oft auch in derselben der Vorzug astronomischer Resultate vor den Angaben der Weglängen zu Wasser und zu Lande ausgesprochen wird, so ist doch leider in jenen unsicheren Ortsbestimmungen (über 2500 an der Zahl) nicht zu erkennen, auf welche Art von Fundamenten sie gegründet sind, welche relative Wahrscheinlichkeit nach den damaligen Itinerarien ihnen zugeschrieben werden könne. Die völlige Unkenntniß der Nordweisung der Magnetnadel, d. i. der Nichtgebrauch der Boussole, welche schon 1250 Jahre vor Ptolemäus neben einem Wegmesser in der Construction der magnetischen Wagen des chinesischen Kaisers Tschingwang angebracht war, machte bei Griechen und Römern die ausführlichsten Itinerarien wegen Mangels der Sicherheit in den Richtungen‡) (in dem Winkel mit dem Meridian) höchst ungewiß.

Je mehr man in der neuesten Zeit mit den indischen Sprachen und der altpersischen (dem Zend) bekannt geworden ist, desto mehr hat man erstaunen müssen, wie ein großer Theil

Noachidische und die mericanischen Azteken die Fluth des Corcor. Die Behauptungen Beckmann's und Cuquier's (Gesch. der Erfindungen Bd. II. S. 370 und Hist. des Sciences nat. T. I. p. 350), daß Appulejus eine Naturaliensammlung gehabt, hat Prof. Franz durch sehr sorgfältige Untersuchung widerlegt.

*) Strabo lib. XVII p. 810.

†) Carl Ritter's Asien Th. V. S. 560.

‡) S. die auffallendsten Beispiele falscher Orientir-

ungen von Bergketten bei Griechen und Römern zusammengestellt in der Einleitung zu meiner Asie centrale T. I. p. XXXVII—XL. Ueber die Ungewißheit der numerischen Fundamente von Ptolemäus Ortsbestimmungen finden sich die befriedigendsten speciellen Untersuchungen in einer Abhandlung von Ukert im Rheinischen Museum für Philologie Jahrg. VI. 1838 S. 314—324.

der geographischen Nomenclatur des Ptolemäus als geschichtliches Denkmal von den Handelsverbindungen zwischen dem Occident und den fernsten Regionen von Süd- und Mittel-Asien zu betrachten ist*). Für eine der wichtigsten Folgen solcher Handelsverbindungen darf auch die richtige Ansicht der völligen Abgeschlossenheit des caspischen Meeres gelten: eine Ansicht, welche die Ptolemäische Erdkunde nach fünfshundertjährigem Irrthume wiederherstellte. Herodot und Aristoteles (der letztere schrieb seine *Meteorologica* glücklicherweise vor den asiatischen Feldzügen Alexanders) hatten diese Abgeschlossenheit erkannt. Die Olbiopoliten, aus deren Munde der Vater der Geschichte seine Nachrichten schöpfte, waren vertraut mit der nördlichen Küste des caspischen Meers zwischen der Kuma, der Wolga (Rha) und dem Jait (Ural). Nichts konnte dort bei ihnen die Idee eines Ausflusses nach dem Eismeere anregen. Ganz andere Ursachen der Täuschung boten sich dem Heere Alexanders dar, welches über Hekatompylos (Samaghan) in die feuchten Wäldungen des Mazenderan herabstieg und das caspische Meer bei Zabrafarta, etwas westlich von dem jetzigen Asterabad, sich endlos gegen Norden hindehnen sah. Dieser Anblick erzeugte, wie Plutarch in dem Leben Alexanders erzählt, zuerst die Vermuthung, das gesehene Meer sei ein Busen des Pontus†). Die macedonische Expedition, im ganzen wohlthätig für die Fortschritte der Erdkunde, führte zu einzelnen Irrthümern, die sich lange erhalten haben. Der Tanais wurde mit dem Jaxartes (Herodots Araxes), der Kaukasus mit dem Paropanisus (Hindu-Rho) verwechselt. Ptolemäus konnte durch seinen Aufenthalt in Alexandrien sichere Nachrichten aus den Ländern, welche das caspische Meer zunächst umgrenzen (aus Albanien, Atropatene und Hyrcanien), wie von den Zügen der Perser haben, deren Kameele indische und babylonische Waaren zum Don und zum schwarzen Meere führten‡). Wenn er, gegen Herodots richtigere Kenntniß, die große Arie des caspischen Binnenmeeres von Westen gegen Osten gerichtet glaubte, so verführte ihn vielleicht eine dunkle Kenntniß der ehemaligen großen Ausdehnung des scythischen Golfes (Karabogaz) und der Existenz des Aral-Sees, dessen erste bestimmte Andeutung wir bei einem byzantinischen Schriftsteller, dem Menander ||), welcher den Agathias fortsetzte, finden.

Es ist zu beklagen, daß Ptolemäus, der das caspische Meer wiederum geschlossen, nachdem es durch die Hypothese von vier Meerbusen und selbst nach Reflexen in der Mondscheibe ¶) lange für geöffnet gehalten wurde, nicht die Mythe von dem unbekannten Südlände aufgegeben hat, welches das Vorgebirge Prasum mit Cattigara und Thina, Sinarum metropolis, also Ost-Afrika mit dem Lande der Tsün (China), verbinden sollte. Diese Mythe, welche den indischen Ocean zu einem Binnenmeer macht, wurzelt in Ansichten, die von Marinus aus Tyrus zu Hipparch und Seleucus dem Babylonier, ja selbst bis zum Aristoteles hinaufstetgen**). Es muß in diesen kosmischen Schilderungen fortschreitender Weltansicht genügen durch einige wenige Beispiele daran erinnert zu haben,

*) Beispiele von Zend- und Sanskritwörtern, die nur in der Geographie des Ptolemäus erhalten sind, s. in Lassen, Diss. de Taprobane insula p. 6, 9 und 17; in Burnouf's Comment. sur le Yaçna T. I. p. XCIII—CXX und CLXXXI—CLXXXV; in meinem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 45—49. In seltenen Fällen giebt Ptolemäus den Sanskritnamen und dessen Bedeutung zugleich, wie für die Insel Java als eine Gersteninsel, *Ἰαβάνιον, ὁ σπυρίαι κριθῆς νή-σος*, Ptol. VII, 2 (Wilhelm v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. I. S. 60—63). Noch heute wird nach Buschmann in den hauptsächlichsten indischen Sprachen (dem Hindustani, Bengali und Nepal, in der maharattischen, guzeratischen und cingalesischen Sprache) wie im Persischen und Malayischen die zweizeilige Gerste, *Hordeum distichon*, *yava*, *aschav* oder *aschau*, im Drissa *yaa* genannt (vergl. die indischen Silbelübersetzungen in der Stelle Jo. VI, 9 und 13, und *Alindie*, *Materia medica of Hindoostan*, Madras 1818, p. 217.)

†) S. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II. p. 147—188.

‡) Strabo lib. XI p. 506.

||) Menander de legationibus Barbarorum ad Romanos et Romanorum ad gentes, e rec. Bekkeri et Niebuhr. 1829, p. 300, 619, 623 und 628.

¶) Plutarch de facie in orbe lunae p. 921, 19 (vergl. mein Examen crit. T. I. p. 145 und 191). Die Hypothese des Agestianar, nach welcher die Mondsflecken, in denen Plutarch (p. 935, 4) eine eigene Art (vulkanischer?) Lichtberge zu sehen glaubte, bloß abgesspiegelte Erbländer und Erdbeere mit ihren Stämmen sind, habe ich selbst bei einigen sehr gebildeten Persern wieder gefunden. „Was man uns,“ sagten sie, „durch Fernröhre auf der Mondfläche zeigt, sind zurückgeworfene Bilder unseres Landes.“

**) Ptolem. lib. IV. c. 9, lib. VII c. 3 und 5. Vergl. Petronne im Journal des Savans 1831 p. 476—480 und 545—555; Humboldt, Examen crit. T. I. p. 144, 161 und 329, T. II p. 370—373.

wie durch lange Schwankungen im Erkennen und Wissen das schon halb Erkannte oft wieder verbunkelt wird. Je mehr durch Erweiterung der Schifffahrt und des Landhandels man glauben durfte das Ganze der Erdgestaltung zu begreifen, desto mehr versuchte, besonders im alexandrinischen Zeitalter, unter den Lagiden und der römischen Weltherrschaft, die nie schlummernde Einbildungskraft der Hellenen in sinnreichen Combinationen alte Abhandlungen mit neuem wirklichen Wissen zu verschmelzen und die kaum entworfene Erdkarte vorschnell zu vollenden.

Wir haben bereits oben beiläufig daran erinnert, wie Claudius Ptolemäus durch seine Optik, welche uns die Araber, wenn gleich sehr unvollständig, erhalten haben, der Gründer eines Theils der mathematischen Physik geworden ist: eines Theils, der freilich nach Theon von Alexandrien *) in Hinsicht auf die Strahlenbrechung schon in der Catoptrik des Archimedes berührt worden war. Es ist ein wichtiger Fortschritt, wenn physische Erscheinungen, statt bloß beobachtet und mit einander verglichen zu werden, wovon wir denkwürdige Beispiele in dem griechischen Alterthume in den inhaltsreichen pseudo=aristotelischen Problemen, in dem römischen Alterthume bei Seneca vorfinden, willkürlich unter veränderten Bedingungen hervorgerufen †) und gemessen werden. Dieses Hervorrufen und Messen charakterisirt die Untersuchungen des Ptolemäus über die Brechung der Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange durch Mittel ungleicher Dichtigkeit. Ptolemäus leitet die Strahlen von der Luft in Wasser und in Glas, wie von Wasser in Glas unter verschiedenen Einfallswinkeln. Die Resultate solcher physischen Experimente werden von ihm in Tabellen zusammengestellt. Diese Messung einer absichtlich hervorgerufenen physischen Erscheinung, eines Naturprocesses, der nicht auf Bewegung von Lichtwellen reducirt ist (Aristoteles ‡) nahm beim Lichte eine Bewegung des Mittels zwischen dem Auge und dem Gesehenen an), steht ganz isolirt in dem Zeitraume, den wir hier behandeln. Es bietet derselbe in der Erforschung der elementaren Natur nur noch einige wenige chemische Arbeiten (Experimente) des Dioscorides dar und, wie ich an einem anderen Orte entwickelt habe, die technische Kunst des Auffangens übergetriebener tropfbarer Flüssigkeiten ||) in ächten Destillir-Apparaten. Da Chemie erst dann beginnt, wenn der Mensch sich mineralische Säuren, als mächtige Mittel der Lösung und Entfesselung der Stoffe, verschaffen kann, so ist die von Alexander aus Aphrodisias unter Caracalla beschriebene Destillation des Seewassers einer großen Beachtung werth. Sie bezeichnet den Weg, auf welchem man allmählig zur Kenntniß der Heterogenität der Stoffe, ihrer chemischen Zusammensetzung und gegenseitigen Anziehungskraft gelangt ist.

In der organischen Naturkunde ist neben dem Anatomen Martinus, dem Affenzergliederer Rufus von Ephesus, welcher Empfindungs- und Bewegungs-Nerven unterschied, und dem alle verdunkelnden Galenus von Pergamus kein anderer Name zu nennen. Die Thiergeschichte des Aelianus aus Pränesta, das Fischgebieth des Ciliclers Oppianus enthalten zerstreute Notizen, nicht Thatfachen auf eigene Forschung gegründet. Es ist kaum zu begreifen, wie die Unzahl ¶) seltener Thiere, welche vier Jahrhunderte lang im römischen

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne. T. I p. LIV, T. II p. 561. Theon erwähnt nie der Optik des Ptolemäus, ob er gleich zwei volle Jahrhunderte nach ihm lebte.

†) Oft ist es in der Physik der Alten schwer zu entscheiden, ob ein Resultat Folge einer hervorgerufenen Erscheinung oder einer zufällig beobachteten ist. Wo Aristoteles (de Coelo IV, 4) von der Schwere der Luft handelt, was freilich Ideler zu läugnen scheint (Meteorologia veterum Graecorum et Romanorum p. 23), sagt er bestimmt: „ein aufgeblasener Schlauch ist schwerer als ein leerer.“ Der Versuch muß mit verdichteter Luft gemacht worden sein, falls er wirklich unternommen wurde.

‡) Aristot. de anima II, 7; Biese, die Philosophie des Aristot. Bd. II. S. 147.

||) Joannis (Philoponi) Grammatici in libr. de generat. und Alexandri Aphrodis. in Meteorol. Comment. (Venet. 1527) p. 97, b. Vergl. mein Examen crit. T. II. p. 306—312.

¶) Der numidische Metellus ließ 142 Elephanten im Circus tödten. In den Spielen, welche Pompejus gab, erschienen 600 Löwen und 406 Panther. August hatte den Volksfesten 3500 reisende Thiere geopfert; und ein zärtlicher Gatte klagt, daß er den Todestag seiner Gattin nicht durch ein blutiges Gladiatorengefecht zu Verona feiern könne, „weil widrige Winde die in Afrika gekauften Panther im Hafen zurückhalten!“ (Plin. Epist. VI, 34.)

Circus gemorbet wurden (Elephanten, Rhinoceros, Nilpferde, Elenthiere, Löwen, Tiger, Panther, Crocodile und Strauße), für die vergleichende Anatomie so völlig unbenuzt blieben. Des Verdienstes des Dioscorides um die gesammte Pflanzenkunde ist schon oben gedacht worden; er hat einen mächtigen, langdauernden Einfluß auf die Botanik und pharmacentische Chemie der Araber ausgeübt. Der botanische Garten des über hundert Jahre erreichenden Arztes Antonius Castor zu Rom, vielleicht den botanischen Gärten des Theophrast und Mithridates nachgebildet, hat den Wissenschaften wahrscheinlich nicht mehr genützt als die Sammlung fossiler Knochen des Kaisers Augustus oder die Naturaliensammlung, die man aus sehr schwachen Gründen dem geistreichen Appulejus von Madaura zugeschrieben hat*).

Am Schluß der Darstellung dessen, was zu der Zeit römischer Weltherrschaft in Erweiterung des kosmischen Wissens geleistet worden ist, muß noch des großartigen Unternehmens einer Weltbeschreibung gedacht werden, welche Cajus Plinius Secundus in 37 Büchern zu umfassen strebte. Im ganzen Alterthume ist nichts ähnliches versucht worden; und wenn das Werk auch während seiner Ausführung in eine Art von Encyclopädie der Natur und Kunst ausartete (der Verfasser, in der Zueignung an den Titus, schenkt sich selbst nicht den damals ebleren griechischen Ausdruck *ἐγκυκλοπαιδεία*, gleichsam den „Inbegriff und Vollkreis allgemeiner Bildungswissenschaften,“ auf sein Werk anzuwenden): so ist doch nicht zu läugnen, daß trotz des Mangels eines inneren Zusammenhanges der Theile das Ganze den Entwurf einer physischen Weltbeschreibung darbietet.

Die *Historia naturalis* des Plinius, in der tabellarischen Uebersicht, welche jetzt das sogenannte erste Buch bildet, *Historiae Mundi*, in einem Briefe des Neffen an seinen Freund Macer schöner *Naturae Historia* genannt, begreift Himmel und Erde zugleich: die Lage und den Lauf der Weltkörper, die meteorologischen Proceße des Luftkreises, die Oberflächen-Gestaltung der Erde, alles tellurische, von der Pflanzendecke und den Weich-Gewürmen des Oceans an bis hinauf zu dem Menschengeschlechte. Dieses ist betrachtet nach Verschiedenheit seiner geistigen Anlagen wie in der Verherrlichung derselben zu den edelsten Blüthen der bildenden Künste. Ich nenne die Elemente des allgemeinen Naturwissens, welche in dem großen Werke fast ungeordnet vertheilt liegen. „Der Weg, den ich wandeln werde,“ sagt Plinius mit edler Zuversicht zu sich selbst, „ist unbetreten (non trita auctoribus via);“ keiner unter uns, keiner unter den Griechen hat unternommen, einer, das Ganze (der Natur) zu behandeln (nemo apud Graecos qui unus omnia tractaverit). Wenn mein Unternehmen mir nicht gelingt, so ist es doch etwas schönes und glänzendes (pulchrum atque magnificum) vergleichen versucht zu haben.“

Es schwebte dem geistreichen Manne ein einziges großes Bild vor; aber, durch Einzelheiten zerstreut, bei mangelnder lebendiger Selbstanschauung der Natur, hat er dies Bild nicht festzuhalten gewußt. Die Ausführung ist unvollkommen geblieben: nicht etwa bloß wegen der Flüchtigkeit und oftmaligen Unkenntniß der zu behandelnden Gegenstände (wir urtheilen nach den excerptirten Werken, welche uns noch heute zugänglich sind) als wegen der Fehler in der Anordnung. Man erkennt in dem Verfasser einen vielbeschäftigten vornehmen Mann, der sich gern seiner Schlaflosigkeit und nächtlichen Arbeit rühmte, aber als Statthalter in Spanien und Oberaufseher der Flotte in Unteritalien gewiß nur zu oft seinen wenig gebildeten Untergebenen das lockere Gewebe einer endlosen Compilation anvertraute. Dies Streben nach Compilation, d. h. nach mühevолlem Sammeln einzelner Beobachtungen und Thatfachen, wie sie das damalige Wissen liefern konnte, ist an sich keineswegs zu tabeln; das unvollkommene Gelingen des Unternehmens lag in der Unfähigkeit, den eingesammelten Stoff zu beherrschen, das Naturbeschreibende höheren, allgemeine-

*) Vergl. oben Anm. 53. Doch hat Appulejus, wie Eubler erinnert (Hist. des Sciences naturelles T. I. p. 287), die knochenartigen Fäsen im zweiten und dritten Magen der Aphysien (Seehasen) zuerst genau beschrieben.

ren Ansichten unterzuordnen, den Gesichtspunkt einer vergleichenden Naturkunde festzuhalten. Die Reime zu solchen höheren, nicht bloß orographischen, sondern wahrhaft geognostischen Ansichten liegen in Eratosthenes und Strabo; der erstere wird ein einziges Mal, der zweite nie benutzt. Aus der anatomischen Thiergeschichte des Aristoteles hat Plinius weder die auf die Hauptverschiedenheit der inneren Organisation gegründete Einteilung in große Thierclassen, noch den Sinn für die allein sichere Inductions-Methode in Verallgemeinerung der Resultate zu schöpfen gewußt.

Mit pantheistischen Betrachtungen anhebend, steigt Plinius aus den Himmelsräumen zum Irdischen herab. Wie er die Nothwendigkeit anerkennt, der Natur Kräfte und Herrlichkeit (*naturae vis atque majestas*) als ein großes und zusammenwirkendes Ganzes darzustellen (ich erinnere an das Motto auf dem Titel meiner Schrift), so unterscheidet er auch, im Eingange des 3ten Buches, generelle und specielle Erdkunde; aber dieser Unterschied wird bald wieder vernachlässigt, wenn er sich in die dürre Nomenclatur von Ländern, Bergen und Flüssen versenkt. Den größeren Theil der Bücher VIII—XXVII, XXXIII und XXXIV, XXXVI und XXXVII füllen Verzeichnisse aus den drei Reichen der Natur aus. Der jüngere Plinius charakterisirt in einem seiner Briefe die Arbeit des Dheims sehr richtig als ein „inhaltschweres und gelehrtes Werk, das nicht minder mannigfaltig als die Natur selbst ist (*opus diffusum, eruditum, nec minus varium quam ipsa natura*).“ Manches, das dem Plinius zum Vorwurf gemacht worden ist, als wäre es eine unnöthige und zu fremdartige Einmischung, bin ich geneigt hier lobend hervorzuheben. Es scheint mir besonders erfreulich, daß er so oft und immer mit Vorliebe an den Einfluß erinnert, welchen die Natur auf die Besitzung und geistige Entwicklung der Menschheit ausgeübt hat. Nur die Anknüpfungspunkte sind selten glücklich gewählt (VII, 24—47; XXV, 2; XXVI, 1; XXXV, 2; XXXVI, 2—4; XXXVII, 1). Die Natur der Mineral- und Pflanzensstoffe z. B. führt zu einem Fragment aus der Geschichte der bildenden Künste, einem Fragmente, das für den heutigen Stand unseres Wissens freilich wichtiger geworden ist als fast alles, was wir von beschreibender Naturgeschichte aus dem Werke schöpfen können.

Der Styl des Plinius hat mehr Geist und Leben als eigentliche Größe; er ist selten malerisch bezeichnend. Man fühlt, daß der Verfasser seine Eindrücke nicht aus der freien Natur, so viel er auch diese unter verschiedenen Himmelsstrichen genossen, sondern aus Büchern geschöpft hat. Eine ernste, trübe Färbung ist über das Ganze ausgegossen. In diese sentimentale Stimmung ist Bitterkeit gemischt, so oft die Zustände des Menschengeschlechts und seine Bestimmung berührt werden. Fast wie in Cicero*), doch in minderer Einfachheit der Diction, wird dann als aufrichtend und tröstlich geschildert der Blick in das große Weltganze der Natur.

Der Schluß der *Historia naturalis* des Plinius, des größten römischen Denkmals, welches der Literatur des Mittelalters vererbt wurde, ist in dem ächten Geiste einer Weltbeschreibung abgefaßt. Er enthält, wie wir ihn erst seit 1831 kennen †), einen Blick auf die vergleichende Naturgeschichte der Länder in verschiedenen Zonen, das Lob des südlichen Europa's zwischen den natürlichen Grenzen des Mittelmeeres und der Alpenkette, das Lob des hesperischen Himmels: „wo Mäßigung und sanfte Milde des Klima's (ein Dogma der ältesten Pythagoreer) früh die Entwidlung der Menschheit beschleunigt“ hätten.

Der Einfluß der Römerherrschaft als ein fortwirkend einigendes und verschmelzendes Element hat in einer Geschichte der Weltanschauung um so ausführlicher und kräftiger bezeichnet werden dürfen, als dieser Einfluß, selbst zu einer Zeit, wo die Einigung

*) „Est enim animorum ingeniorumque naturale quoddam quasi pabulum consideratio contemplatioque naturae. Erigimur, elatiores fieri videmur, humana despicimus, cogitantesque supera atque coelestia haec nostra, ut exigua et minima, contemnimus.“ Cic. Acad. II, 41.

†) Plin. XXXVII, 13 (ed. Sillig T. V. 1836 p. 320). Alle früheren Ausgaben endigten bei den Worten Hispaniam, quaeunque ambitur mari. Der Schluß des Werks ist 1831 in einem Bamberger Coder von Hrn. Ludwig v. Jan (Professor zu Schweinfurt) entdeckt worden.

loderer gemacht, ja durch den Sturm einbrechender Barbaren zerstört wurde, bis in seine entfernten Folgen erkannt werden kann. Noch singt Claudian, der zu einer trüben und späten Zeit, unter Theodosius dem Großen und dessen Söhnen, im Verfall der Literatur mit neuer dichterischer Productivität auftritt, freilich nur zu lobend, von der Herrschaft der Römer *):

Haec est, in gremium victos quas sola recepit,
Humanumque genus communi nomine fovit,
Matris, non dominae, ritu; civesque vocavit
Quos domuit, nexuque pio longinqua revinxit.
Hujus pacificis debemus moribus omnes
Quod veluti patriis regionibus utitur hospes

Neuere Mittel des Zwanges, kunstreiche Staatsverfassungen, eine lange Gewohnheit der Knechtschaft konnten freilich einigen, sie konnten das vereinzelte Dasein der Völker aufheben; aber das Gefühl von der Gemeinschaft und Einheit des ganzen Menschengeschlechts, von der gleichen Berechtigung aller Theile desselben hat einen edleren Ursprung. Es ist in den inneren Antrieben des Gemüths und religiöser Ueberzeugungen gegründet. Das Christenthum hat hauptsächlich dazu beigetragen, den Begriff der Einheit des Menschengeschlechts hervorzurufen; es hat dadurch auf die „Vermenschlichung“ der Völker in ihren Sitten und Einrichtungen wohlthätig gewirkt. Tief mit den frühesten christlichen Dogmen verwebt, hat der Begriff der Humanität sich aber nur langsam Geltung verschaffen können, da zu der Zeit, als der neue Glauben aus politischen Motiven in Byzanz zur Staatsreligion erhoben wurde, die Anhänger desselben bereits in elenden Partheistreit verwickelt, der ferne Verkehr der Völker gehemmt und die Fundamente des Reichs mannigfach durch äußere Angriffe erschüttert waren. Selbst die persönliche Freiheit ganzer Menschenglassen hat lange in den christlichen Staaten, bei geistlichen Grundbesitzern und Corporationen, keinen Schuß gefunden.

Solche unnatürlichen Hemmungen, und viele andere, welche dem geistigen Fortschreiten der Menschheit wie der Veredlung des gesellschaftlichen Zustandes im Wege stehen, werden allmählig verschwinden. Das Princip der individuellen und der politischen Freiheit ist in der unverilgbaren Ueberzeugung gewurzelt von der gleichen Berechtigung des einigen Menschengeschlechts. So tritt dieses, wie schon an einem andern Orte †) gesagt worden ist, „als Ein großer verbrüderter Stamm, als ein zur Erreichung Eines Zweckes (der freien Entwicklung innerlicher Kraft) bestehendes Ganzes“ auf. Diese Betrachtung der Humanität, des bald gehemmt, bald mächtig fortschreitenden Strebens nach derselben (keineswegs die Erfindung einer neueren Zeit!) gehört durch die Allgemeinheit ihrer Richtung recht eigentlich zu dem, was das kosmische Leben erhöht und begeistert. In der Schilderung einer großen welthistorischen Epoche, der der Herrschaft der Römer, ihrer Gesetzgebung und der Entstehung des Christenthums, mußte vor allem daran erinnert werden, wie dieselbe die Ansichten des Menschengeschlechts erweitert und einen milden, langdauernden, wenn gleich langsam wirkenden Einfluß auf Intelligenz und Gesittung ausgeübt hat.

*) Claudian. in secundum consulatum Stilichonis v. 150—155.

†) Röm. Gesch. Buch I. S. 190 und 191, Buch II. S. 203. (Vergl. auch Wilhelm v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. I. S. XXXVIII.)

V.

Einsfall der Araber. — Geistige Bildsamkeit dieses Theils des semitischen Volksstammes. — Einfluß eines fremdartigen Elements auf den Entwicklungsgang europäischer Cultur. — Eigenthümlichkeit des Nationalcharakters der Araber. — Gang zum Verlehr mit der Natur und ihren Kräften. — Arzneimittellehre und Chemie. — Erweiterung der physischen Erdkunde im Innern der Continente, der Astronomie und der mathematischen Wissenschaften.

Wir haben in dem Entwurf einer Geschichte der physischen Weltanschauung, d. h. in der Darstellung der sich allmählig entwickelnden Erkenntniß von einem Weltganzen, bereits vier Hauptmomente aufgezählt. Es sind: die Versuche aus dem Becken des Mittelmeers gegen Osten nach dem Pontus und Phasis, gegen Süden nach Ophir und den tropischen Goldländern, gegen Westen durch die Hercules-Säulen in den „alles umströmenden Oceanus“ vorzudringen; der macedonische Feldzug unter Alexander dem Großen; das Zeitalter der Lagiden und die römische Weltherrschaft. Wir lassen nun folgen den mächtigen Einfluß, welchen die Araber, ein fremdartiges Element europäischer Civilisation, und sechs bis sieben Jahrhunderte später die maritimen Entdeckungen der Portugiesen und Spanier, auf das allgemeine physische und mathematische Naturwissen, auf Kenntniß der Erd- und Himmelsräume, ihrer meßbaren Gestaltung, der Heterogenität der Stoffe und der ihnen inwohnenden Kräfte ausgeübt haben. Die Entdeckung und Durchforschung des Neuen Continents, seiner vulkanreichen Cordilleren, seiner Hochebenen, in denen gleichsam die Klimate über einander gelagert sind, seiner in 120 Breitengraden entfalteten Pflanzendecke bezeichnet unstreitig die Periode, wo dem menschlichen Geiste in dem kürzesten Zeitraum die größte Fülle neuer physischer Wahrnehmungen dargeboten wurde.

Von da an ist die Erweiterung des kosmischen Wissens nicht an einzelne politische, räumlich wirkende Begebenheiten zu knüpfen. Die Intelligenz bringt fortan Großes hervor aus eigener Kraft, nicht durch einzelne äußere Ereignisse vorzugsweise angeregt. Sie wirkt in vielen Richtungen gleichzeitig, schafft durch neue Gedankenverbindung sich neue Organe, um das zarte Gewebe des Thier- und Pflanzenbaues als Substrat des Lebens, wie die weiten Himmelsräume zu durchspähen. So erscheint das ganze siebzehnte Jahrhundert, glänzend eröffnet durch die große Erfindung des Fernrohrs, wie durch die nächsten Früchte dieser Erfindung, von Galilei's Entdeckung der Jupiterstrabanten, der sichelförmigen Gestalt der Venus Scheibe und der Sonnensflecken an bis zu Isaac Newton's Gravitations-Theorie, als die wichtigste Epoche einer neu geschaffenen physischen Astronomie. Es zeigt sich hier noch einmal, durch Einheit der Bestrebungen in der Beobachtung des Himmels und der mathematischen Forschung hervorgerufen, ein scharf bezeichneter Abschnitt in dem großen, von nun an ununterbrochen fortlaufenden Prozesse intellectueller Entwicklung.

Unseren Zeiten näher wird das Herausheben einzelner Momente um so schwieriger, als die menschliche Thätigkeit sich vielseitiger bewegt und als mit einer neuen Ordnung in den geselligen und staatlichen Verhältnissen auch ein engeres Band alle wissenschaftlichen Richtungen umschließt. In den einzelnen Disciplinen, deren Entwicklung eine Geschichte der physischen Wissenschaften darstellt, in der Chemie und der beschreibenden Botanik, ist es möglich, bis in die neueste Zeit Perioden zu isoliren, in denen die Fortschritte am größten waren oder plötzlich neue Ansichten herrschend wurden; aber in der Geschichte der Weltanschauung, welche ihrem Wesen nach der Geschichte der einzelnen Disciplinen nur das entlehnen soll, was am unmittelbarsten sich auf die Erweiterung des Begriffs vom Kosmos als einem Naturganzen bezieht, wird das Anknüpfen an bestimmte Epochen schon darum gefahrvoll und unthunlich, weil das, was wir eben einen intellektuellen Entwicklungsproceß nannten, ein ununterbrochenes gleichzeitiges Fortschreiten in allen Sphären des kosmischen Wissens voraussetzt. An dem wichtigen Scheidepunkt ange-

langt, wo nach dem Untergange der römischen Weltherrschaft ein neues, fremdartiges Element der Bildung sich offenbart, wo unser Continent dasselbe zum ersten Male unmittelbar aus einem Tropenlande empfängt, schien es mir nützlich, einen allgemeinen, übersichtlichen Blick auf den Weg zu werfen, welcher noch zu durchlaufen übrig ist.

Die Araber, ein semitischer Urstamm, verschleichen theilweise die Barbarei, welche das von Völkerstürmen erschütterte Europa bereits seit zwei Jahrhunderten bedeckt hat. Sie führen zurück zu den ewigen Quellen griechischer Philosophie; sie tragen nicht bloß dazu bei, die wissenschaftliche Cultur zu erhalten, sie erweitern sie und eröffnen der Naturforschung neue Wege. In unserm Continent begann die Erschütterung erst, als unter Valentinian I. die Hunnen (finnischen, nicht mongolischen Ursprungs) in dem letzten Viertel des vierten Jahrhunderts über den Don vordrangen und die Alanen, später mit diesen die Ostgothen bedrängten. Fern im östlichen Asien war der Strom wandernder Völker in Bewegung gesetzt mehrere Jahrhunderte früher als unsere Zeitrechnung beginnt. Den ersten Anstoß zur Bewegung gab, wie wir schon früher erinnert, der Anfall der Hiungnu (eines türkischen Stammes) auf das blonde und blauäugige, vielleicht indogermanische Volk der Usün, die, an die Jueti (Geten?) grenzend, im oberen Flußthal des Huangho im nordwestlichen China wohnten. Der verheerende Völkerstrom, fortgepflanzt von der, gegen die Hiungnu (214 vor Chr.) errichteten großen Mauer bis in das westlichste Europa, bewegte sich durch Mittel-Asien, nördlich von der Kette des Himmelsgebirges. Kein Religions-eifer besetzte diese asiatischen Horden, ehe sie Europa berührten; ja, man hat bestimmt erwiesen, daß die Mongolen noch nicht Buddhisten*) waren, als sie siegreich bis nach Polen und Schlessen vordrangen. Ganz andere Verhältnisse gaben dem kriegerischen Ausbruch eines südlichen Volkes, der Araber, einen eigenthümlichen Charakter.

In dem wenig gegliederten †) Continent von Asien dehnt sich, ausgezeichnet durch seine Form, als ein merkwürdig abgesondertes Glied, die arabische Halbinsel zwischen dem rothen Meere und dem persischen Meerbusen, zwischen dem Euphrat und dem syrisch-mitteländischen Meere hin. Es ist die westlichste der drei Halbinseln von Süd-Asien, und ihre Nähe zu Aegypten und einem europäischen Meeresbecken bietet ihr große Vortheile sowohl der politischen Weltstellung als des Handels dar. In dem mittleren Theile der arabischen Halbinsel lebte das Volk des Hedschaz, ein edler, kräftiger Menschenstamm, unwissend, aber nicht roh, phantasiereich und doch der sorgfältigen Beachtung aller Vorgänge in der freien Natur (an dem ewig helleren Himmelsgewölbe und auf der Erdoberfläche) ergeben. Nachdem dies Volk, Jahrtausende lang fast ohne Berührung mit der übrigen Welt, größtentheils nomadisch umhergezogen, brach es plötzlich aus, bildete sich durch geistigen Contact mit den Bewohnern alter Culturste, bekehrte und herrschte von den Hercules-Säulen bis zum Indus, bis zu dem Punkt, wo die Volor-Kette den Hindu-Kho durchschneidet. Schon seit der Mitte des neunten Jahrhunderts unterhielt es Handelsverkehr gleichzeitig mit den Nordländern Europa's und Madagascar, mit Ost-Afrika, Indien und China; es verbreitete Sprache, Münze und indische Zahlen; gründete einen mächtigen, langdauernden, durch religiösen Glauben zusammengeschalteten Länderverband. Oft bei diesen Zügen wurden große Provinzen nur vorübergehend durchstreift. Der schwärmende Haufe, von den Eingeborenen bedroht, lagerte sich (so sagt die einheimische Naturdichtung) „wie Wolfengrup-

*) Wenn Carl Martell, wie man oft gesagt, durch seinen Sieg bei Tours das mittlere Europa gegen den einbrechenden Islam geschützt hat, so kann man nicht mit gleichem Rechte behaupten, daß der Rückzug der Mongolen nach der Schlacht bei Liegnitz den Buddhismus gehindert habe bis an die Elbe und den Rhein vorzudringen. Die Mongolenschlacht in der Ebene von Wahlstatt bei Liegnitz, in welcher Herzog Heinrich der Fromme heldenmüthig fiel, ward am 9. April 1241 geliefert, vier Jahre nachdem unter Batu, dem Enkel Dschingischans, das Kaptischat und Rußland den asiatischen Horden dienst-

bar wurden. Die erste Einführung des Buddhismus unter den Mongolen fällt aber in das Jahr 1247, als fern im Osten zu Keang-tschu, in der chinesischen Provinz Schensi, der franke mongolische Prinz Godan den Sakya Pandita, einen tibetanischen Erzpriester, zu sich berief, um sich von ihm heilen und belehren zu lassen (Laprot h in einem handschriftlichen Fragmente über die Verbreitung des Buddhismus im östlichen und nördlichen Asien). Dazu haben die Mongolen sich nie mit der Bekehrung der überwindenen Völker beschäftigt.

†) Rosmos Buch I. S. 153.

pen, die bald der Wind zerstreut.“ Eine lebensreichere Erscheinung hat keine andere Völkerbewegung dargeboten, und die dem Islam scheinbar inwohnende geistbedrückende Kraft hat sich im ganzen minder thätig und hemmend unter der arabischen Herrschaft als bei den türkischen Stämmen gezeigt. Religiöse Verfolgung war hier wie überall (auch unter christlichen Völkern) mehr Wirkung eines schrankenlosen dogmatisirenden Despotismus *) als Wirkung der ursprünglichen Glaubenslehre, der religiösen Anschauung der Nation. Die Strenge des Koran ist vorzugsweise gegen Abgötterei und den Götzendienst aramäischer Stämme gerichtet.

Da das Leben der Völker außer den inneren geistigen Anlagen durch viele äußere Bedingungen des Bodens, des Klima's und der Meeresnähe bestimmt wird, so muß hier zuvörderst an die ungleichartige Gestaltung der arabischen Halbinsel erinnert werden. Wenn auch der erste Impuls zu den großen Veränderungen, welche die Araber in drei Continente hervorgebracht haben, von dem ismaelitischen Hedschaz ausging und seine hauptsächlichste Kraft einem einsamen Hirtenstamme verdankte, so ist doch der übrige Theil der Halbinsel an seinen Küsten seit Tausenden von Jahren nicht von dem übrigen Weltverkehr abgeschnitten geblieben. Um den Zusammenhang und die Möglichkeit großer und seltsamer Ereignisse einzusehen, muß man zu den Ursachen aufsteigen, welche dieselben allmählig vorbereitet haben.

Gegen Südwesten am erythräischen Meere liegt das schöne Land der Joctaniden †), Jemen, fruchtbar und ackerbauend, der alte Cultur Sitz von Saba. Es erzeugt Weihrauch (lebonah der Hebräer, vielleicht *Boswillia thurifera* Colebr. ‡), Myrrhe (eine *Amryis*-Art, von Ehrenberg zuerst genau beschrieben) und den sogenannten Mekka-Balsam (*Balsamodendron gileadense*, Kunth): Gegenstände eines wichtigen Handels der Nachbarvölker, versührt zu den Aegyptern, Persern, Indern wie zu den Griechen und Römern. Auf diese Erzeugnisse gründet sich die geographische Benennung des „glücklichen Arabiens“, welche wir zuerst bei Diodor und Strabo finden. Im Südosten der Halbinsel am persischen Meerbusen lag Gerrha, den phöniciischen Niederlassungen von Aradus und Tyllus ge-

*) Daher der Contrast zwischen den tyrannischen Maafregeln des Motewessil, jehnten Califen aus dem Hause der Abbassiden, gegen Juden und Christen (Joseph von Hammer über die Länderverwaltung unter dem Califate 1835 S. 27, 85 und 117) und der milden Toleranz unter weiseren Herrschern in Spanien (Cordoba, Hist. de la dominacion de los Arabes en España T. I. 1820 p. 67). Auch ist zu erinnern, daß Omar nach der Einnahme von Jerusalem jeden Ritus des christlichen Gottesdienstes erlaubte und mit dem Patriarchen einen den Christen günstigen Vertrag abschloß (Fundgruben des Orients Bb. V. S. 68).

†) „Ein starker Zweig der Hebräer war, der Sage nach, lange vor Abraham unter dem Namen Joschan (Quachthan) in das südliche Arabien hinabgewandert und hatte dort blühende Reiche gegründet.“ (Ewald, Geschichte des Volkes Israel Bb. I. S. 337 und 450.)

‡) Der Baum, welcher den arabischen, seit der ältesten Zeit berühmten Weihrauch von Saba herausgibt (auf der Insel Socotora fehlt derselbe ganz), ist noch von seinem Botaniker, selbst nicht von dem mühsam forschenden Ehrenberg, aufgefunden und bestimmt worden. In Ostindien findet sich ein ähnliches Product, vorzüglich in Pundelburr, mit welchem von Bengalen aus ein beträchtlicher Handel nach China getrieben wird. Dieser indische Weihrauch wird nach Colebrooke (Asiatic Researches Vol. IX. p. 377) von einer durch Roxburgh bekannt gewordenen Pflanze, *Boswellia thurifera* oder *serrata*, aus der Familie der Burseraceen von Kunth, gewonnen. Da wegen der ältesten Handelsverbindungen zwischen den Küsten von Süd-Arabien und des westlichen Indiens (Gilbemeister, Scriptorum Arabum loci de rebus Indicis p. 35) man in Zweifel ziehen konnte, ob der *λίπαρος* des Theophras-

tus der thus der Römer) ursprünglich der arabischen Halbinsel ausgeht, so ist Lassen's Bemerkung sehr wichtig (indische Alterthumskunde Bd. I. S. 286), daß der Weihrauch im *Amara-Roscha* selbst „yāwana, javanisch, d. h. arabisch, genannt“, dennach als ein aus Arabien nach Indien gebrachtes Erzeugniß aufgeführt wird. „*Toruschka' pindakra' sibilo* (drei Benennungen des Weihrauchs) *yāwand'*, heißt es im *Amara-Roscha* (Amarakochoa publ. par A. Loiseleur Deslongchamps P. I. 1839 p. 166). Auch Dioscorides unterscheidet den arabischen von dem indischen Weihrauch. Carl Ritter in seiner vortrefflichen Monographie der Weihrauch-Arten (Asien Bb. VIII. Abth. I. S. 356—372) bemerkt sehr richtig, dieselbe Pflanzenart (*Boswellia thurifera*) könne wegen der Ähnlichkeit des Klimas wohl ihre Verbreitungssphäre von Indien durch das südliche Persien nach Arabien ausdehnen. Der amerikanische Weihrauch (*Olibanum americanum* unserer Pharmacopöen) kommt von *Icea gujanensis* Aubl. und *Icea tucamahaca*, die wir, Bonpland und ich, häufig in den großen Grasebenen (Planos) von Calabozo in Südamerika gefunden haben. *Icea* ist wie *Boswellia* aus der Familie der Burseraceen. Die *Rothiane* (*Pinus abies* Linn.) erzeugt den gemeinen Weihrauch unserer Kirchen. — Die Pflanze, welche die Myrrhe trägt und welche Bruce glaubte gesehen zu haben (Windsie, *Materia medica* of Hindostan, Madras 1813, p. 29), ist bei el-Gisan in Arabien von Ehrenberg entdeckt und nach den von ihm gesammelten Exemplaren durch Nees von Gienbeck unter dem Namen *Balsamodendron myrrha* beschrieben worden. Man hielt lange fälschlich *Balsamodendron Kotaf Kunth*, eine *Amryis* von Forsk., für den Baum der ächten Myrrhe.

genüber, ein wichtiger Stapelplatz des Verkehrs mit indischen Waaren. Wenn gleich fast das ganze Innere des arabischen Landes eine baumlose Sandwüste zu nennen ist, so findet sich doch in Oman (zwischen Jailan und Batna) eine ganze Reihe wohl cultivirter, durch unterirdische Canäle bewässerter Oasen; ja, der Thätigkeit des verdienstvollen Reisenden Wellsted*) verdanken wir die Kenntniß dreier Gebirgsketten, deren höchster, waldbedeckter Gipfel, Dschebel Athdar, sich bis sechs tausend Fuß Höhe über dem Meerespiegel bei Masakat erhebt. Auch in dem Berglande von Yemen östlich von Sobeia und in der Küstenkette von Hedschaz, in Asyr, wie östlich von Mekka bei Tayef, befinden sich Hochebenen, deren perpetuirlich niedrige Temperatur schon dem Geographen Edrissi bekannt war†).

Dieselbe Mannigfaltigkeit der Gebirgslandschaft charakterisirt die Halbinsel Sinai, das Kupferland der Aegypten des alten Reichs (vor der Hyksos-Zeit), und die Felsenthäler von Petra. Der phöniciischen Handelsniederlassungen an dem nördlichsten Theile des rothen Meeres und der Hiram-Salomonischen Dphirfahrt, die von Ezion-Geber ausging, habe ich bereits an einem anderen Orte‡) erwähnt. Arabien und die von indischen Ansiedlern bewohnte nahe Insel Socotora (die Insel des Dioscorides) waren Mittelglieder des Welthandels nach Indien und der Ostküste von Afrika. Die Producte dieser Länder wurden gemeinhin mit denen von Hadhramaut und Yemen verwechselt. „Aus Saba werden sie kommen“ (die Dromedare von Midian), singt der Prophet Jesaias, „werden Gold und Weihrauch bringen ||.“ Petra war der Stapelplatz kostbarer Waaren, für Tyrus und Sidon bestimmt, ein Hauptsitz des einst so mächtigen Handelsvolks der Nabatäer, denen der sprachgelehrte Quatremère als ursprünglichen Wohnsitz die Gerrhäer-Gebirge am unteren Euphrat anweist. Dieser nördliche Theil von Arabien ist vorzugsweise durch die Nähe von Aegypten, durch die Verbreitung arabischer Stämme in dem syrisch-palästinischen Grenzgebirge und den Euphratländern, wie durch die berühmte Caravanenstraße von Damascus über Emesa und Tadmor (Palmyra) nach Babylon in belebenden Contact mit anderen Kulturstaaten gewesen. Mohammed selbst, entsprossen aus einem vornehmen, aber verarmten Geschlecht des Koreitschiten-Stammes, hatte, ehe er als inspirirter Prophet und Reformator auftrat, in Handelsgeschäften die Waarenmesse von Bosra an der syrischen Grenze, die in Hadhramaut, dem Weihrauchlande, und am meisten die zwanzigtägige von Stach bei Mekka besucht, wo Dichter, meist Beduinen, sich alljährlich zu lyrischen Kampfspielen versammelten. Wir berühren diese Einzelheiten des Verkehrs und seiner Veranlassungen, um ein lebendigeres Bild von dem zu geben, was vorbereitend auf eine Weltveränderung wirkte.

Die Verbreitung der arabischen Bevölkerung gegen Norden erinnert zunächst an zwei Begebenheiten, deren nähere Verhältnisse freilich noch in Dunkel gehüllt sind, welche aber doch dafür zeugen, daß schon Jahrtausende vor Mohammed die Bewohner der Halbinsel sich durch Ausfälle nach Westen und Osten, gegen Aegypten und den Euphrat hin, in die großen Welthandel gemischt hatten. Die semitische oder aramäische Abstammung der Hyksos, welche unter der zwölften Dynastie, 2200 Jahre vor unserer Zeitrechnung, dem alten Reiche ein Ende machten, wird jetzt fast allgemein von Geschichtsforschern angenommen. Auch Manetho sagt: „Einige behaupten, daß diese Hirten Araber waren.“ In anderen Quellen werden sie Phönicier genannt: ein Name, der im Alterthume auf die Bewohner des Jordanthales und auf alle arabischen Stämme ausgedehnt wird. Der scharfsinnige Ewald gedenkt besonders der Amalekiter (Amalekär), welche ursprünglich in Yemen wohnten, dann über Mekka und Medina sich nach Canaan und Syrien verbreiteten und in arabischen Urkunden als zu Josephs Zeit über Aegypten herrschend genannt werden¶).

*) Wellsted, Travels in Arabia 1838 Vol. I. p. 272—289.

†) Pomart, Etudes géogr. et hist. sur l'Arabie 1839 p. 14 und 32.

‡) Rosmos Buch II. S. 259.

§) Jesaias 60, 6.

¶) Ewald, Gesch. des Volkes Israel Bb. I. S. 300 und 450; Bunten, Aegypten Buch III. S. 10

fallend ist es immer, wie die nomadischen Stämme der Hyksos das mächtige, wohl eingerichtete alte Reich der Ägypter haben überwältigen können. Freier gesinnte Menschen traten glücklich gegen die an lange Knechtschaft gewöhnten auf; und doch waren die siegreichen arabischen Einwanderer damals nicht, wie in neuerer Zeit, durch religiöse Begeisterung aufgeregt. Aus Furcht vor den Assyrern (Stämmen von Arpachschad) gründeten die Hyksos den Waffenplatz und die Feste Avaris am östlichen Nilarme. Vielleicht deutet dieser Umstand auf nachdringende Kriegsschaaren, auf eine große gegen Westen gerichtete Völkerwanderung. Eine zweite, wohl um tausend Jahre spätere Begebenheit ist die, welche Diodor *) dem Ktesias nach erzählt. Ariäus, ein mächtiger Hymyariten-Fürst, wird Bundesgenosse des Ninus am Tigris, schlägt mit ihm die Babylonier und kehrt mit reicher Beute beladen in seine Heimath, das südliche Arabien, zurück †).

War im ganzen das freie Hirtenleben das herrschende im Hedjaz, war es das Leben einer großen und kräftigen Volkszahl, so wurden doch auch dort die Städte Medina und Mekka (letzte mit ihrem uralten räthselhaften Tempelheiligthum, der Kaaba) als ansehnliche, von fremden Nationen besuchte Orte bezeichnet. In Gegenden, welche den Küsten oder den Caravanenstraßen, die wie Flußthäler wirken, nahe lagen, herrschte wohl nirgends die völlige rohe Wildheit, welche die Abgeschlossenheit erzeugt. Schon Gibbon ‡), der die menschlichen Zustände immer so klar auffaßt, erinnert daran, wie in der arabischen Halbinsel das Nomadenleben sich wesentlich von dem unterscheidet, welches Herodot und Hippocrates in dem sogenannten Scythenlande beschreiben: weil in diesem kein Theil des Hirtenvolkes sich je in Städten ansiedelt, während auf der großen arabischen Halbinsel das Landvolk noch jetzt mit den Städtebewohnern verkehrt, die es von gleicher ursprünglicher Abkunft mit sich selbst hält. In der Kirghisensteppe, einem Theile der Ebenen, welche die alten Scythen (Scoloten und Sacer) bewohnten, hat es auf einem Raume, der an Flächeninhalt Deutschland übertrifft ||), seit Jahrtausenden nie eine Stadt gegeben; und doch überstieg, zur Zeit meiner sibirischen Reise, die Zahl der Zelte (Jurten und Kitbiken) in den drei Wanderhorden noch 400,000: was ein Nomadenvolk von zwei Millionen andeutet. Wie sehr solche Contraste der größeren oder minderen Abgeschlossenheit des Hirtenlebens (selbst wenn man gleiche innere Anlagen voraussetzen will) auf die geistige Bildsamkeit wirken, bedarf hier keiner umständlichen Entwicklung.

Bei dem edlen, von der Natur begünstigten Stamme der Araber machen gleichzeitig die inneren Anlagen zu geistiger Bildsamkeit, die von uns angedeuteten Verhältnisse der natürlichen Beschaffenheit des Landes und der alte Handelsverkehr der Küsten mit hochcultivirten Nachbarstaaten erklärlich, wie der Einbruch nach Syrien und Persien und später der Besitz von Aegypten so schnell Liebe zu den Wissenschaften und Hang zu eigener Forschung in den Siegern erwecken konnte. In den wundersamen Bestimmungen der Weltordnung lag es, daß die christliche Secte der Nestorianer, welche einen sehr wichtigen Einfluß auf die räumliche Verbreitung der Kenntnisse ausgeübt hat, auch den Arabern, ehe diese nach dem vielgelehrten und streitsüchtigen Alexandrien kamen, nützlich wurde, ja, daß der christliche Nestorianismus unter dem Schutze des bewaffneten Islam tief in das östliche Asien dringen konnte. Die Araber wurden nämlich mit der griechischen Literatur erst durch die Syrer ¶), einen ihnen verwandten semitischen Stamm, bekannt, während die Syrer selbst

und 32. Auf uralte Völkerwanderungen gegen Westen deuten die Sagen von Persern und Medern im nördlichen Afrika. Sie sind an die vielgestaltete Mythe von Hercules und dem phöniciſchen Melkarth geknüpft worden. Vergl. Calluſt, bellum Jugurth. cap. 18, aus puniſchen Schriften des Clemens geschöpft; Plin. V, 8.) Strabo nennt die Maurusier Bewohner von Mauritania) gar „mit Hercules gefommene Indier.“

*) Dio b. Sic. lib. II cap. 2 und 3.

†) Otesias Cnidii Operum reliquiae ed. Wachr:

Fragmenta assyriaca p. 421, und Carl Müller in Dindorf's Ausgabe des Herodot (Par. 1844) p. 13—15.

‡) Gibbon, Hist. of the decline and fall of the Roman empire Vol. IX. chapt. 50 p. 200 (Leips. 1829.)

||) Humboldt, Asia centr. T. II. p. 128.

¶) Jourdain, Recherches critiques sur l'âge des traductions d'Aristote 1819 p. 81 und 87.

kaum anderthalb Jahrhunderte früher, die Kenntniß der griechischen Literatur erst durch die verlegerten Nestorianer empfangen hatten. Aerzte, die in den Lehranstalten der Griechen und auf der berühmten von den nestorianischen Christen zu Edessa in Mesopotamien gestifteten medicinischen Schule gebildet waren, lebten schon zu Mohammeds Zeiten, mit diesem und mit Abu-Bekr befreundet, in Mekka.

Die Schule von Edessa, ein Vorbild der Benedictiner-Schulen von Monte-Cassino und Salerno, erweckte die naturwissenschaftliche Untersuchung der Heilstoffe aus dem Mineral- und Pflanzenreiche. Als durch christlichen Fanatismus unser Zeno dem Isaurier sie aufgelöst wurde, zerstreuten sich die Nestorianer nach Persien, wo sie bald eine politische Wichtigkeit erlangten und ein neues, vielbesuchtes medicinisches Institut zu Dschondisapur in Khuisistan stifteten. Es gelang ihnen ihre Kenntnisse und ihren Glauben gegen die Mitte des siebenten Jahrhunderts bis nach China unter der Dynastie der Tchang zu verbreiten, 572 Jahre nachdem der Buddhismus dort aus Indien eingebracht war.

Der Saamen abendländischer Cultur, in Persien durch gelehrte Mönche und durch die von Justinian verfolgten Philosophen der letzten platonischen Schule von Athen ausgestreuet, hatte einen wohlthätigen Einfluß auf die Araber während ihrer ersten asiatischen Feldzüge ausgeübt. So schwach auch die Kenntnisse der nestorianischen Priester mögen gewesen sein, so konnten sie doch, ihrer eigenthümlichen medicinisch-pharmaceutischen Richtung nach, anregend auf einen Menschenstamm wirken, der lange im Genuß der freien Natur gelebt und einen frischeren Sinn für jede Art der Naturanschauung bewahrte, als die griechischen und italienischen Städtebewohner. Was der Epoche der Araber die kosmische Wichtigkeit giebt, die wir hier hervorheben müssen, hängt größtentheils mit dem eben bezeichneten Zuge ihres Nationalcharakters zusammen. Die Araber sind, wir wiederholen es, als die eigentlichen Gründer der physischen Wissenschaften zu betrachten, in der Bedeutung des Wortes, welche wir ihm jetzt zu geben gewohnt sind.

Allerdings ist in der Gedankenwelt, bei der inneren Verketzung alles Gedachten, ein absoluter Anfang schwer an einen bestimmten Zeitabschnitt zu knüpfen. Einzelne Lichtpunkte des Wissens, wie der Proceß, durch die das Wissen erlangt werden kann, zeigen sich frühe zerstreut. Wie weit ist nicht Dioscorides, welcher Quecksilber aus dem Zinnober übertrieb, vom arabischen Chemiker Dscheber, wie weit ist Ptolemäus als Optiker von Alhazen getrennt! aber die Gründung der physischen Disciplinen, der Naturwissenschaften selbst, hebt da erst an, wo auf neu geöffneten Wegen zugleich von Vielen, wenn auch mit ungleichem Erfolge, fortgeschritten wird. Nach der bloßen Naturbeschreibung, nach dem Beobachten der Erscheinungen, die sich in den irdischen und himmlischen Räumen zufällig dem Auge darbieten, kommt das Erforschen, das Aufsuchen des Vorhandenen, das Messen von Größe und Dauer der Bewegung. Die früheste Epoche einer solchen, doch aber meist auf das Organische beschränkten Naturforschung ist die des Aristoteles gewesen. Es bleibt eine dritte und höhere Stufe übrig in der fortschreitenden Kenntniß physischer Erscheinungen, die Ergründung der Naturkräfte: die des Werdens, bei dem diese Kräfte wirken; die der Stoffe selbst, die entfesselt werden, um neue Verbindungen einzugehen. Das Mittel, welches zu dieser Entfesselung führt, ist das willkürliche Hervorrufen von Erscheinungen, das Experimentiren.

Auf diese letzte, in dem Alterthum fast ganz unbetretene Stufe haben sich vorzugsweise im großen die Araber erhoben. Sie gehörten einem Lande an, das ganz des Palmen- und zur größeren Hälfte des Tropen-Klima's genießt (der Wendekreis des Krebses durchschneidet die Halbinsel ungefähr von Maskat nach Mekka hin), also einer Weltgegend, in der bei erhöhter Lebenskraft der Organe das Pflanzenreich eine Fülle von Aromen, von balsamischen Säften, dem Menschen wohlthätigen oder gefahrdrohenden Stoffen liefert. Früh mußte daher die Aufmerksamkeit des Volkes auf die Erzeugnisse des heimischen Bodens und der durch Handel erreichbaren malabarischen, ceylanischen und ost-afrikanischen Küsten

gerichtet sein. In diesen Theilen der heißen Zone „individualisiren“ sich die organischen Gestalten in den kleinsten Erdräumen. Jeder derselben bietet eigenthümliche Erzeugnisse dar und vervielfältigt durch stete Anregung zum Beobachten den Verkehr des Menschen mit der Natur. Es kam darauf an, so kostbare, der Medicin, den Gewerben, dem Luxus der Tempel und Paläste wichtige Waaren sorgfältig von einander zu unterscheiden und ihrem, oft mit gewinnsüchtiger List verheimlichten Vaterlande nachzuspüren. Ausgehend von dem Stapelplatze Gerrha am persischen Meerbusen und aus dem Welhrauch-Distrikte von Jemen, durchstrichen zahlreiche Caravanenstraßen das ganze Innere der arabischen Halbinsel bis Phönicien und Syrien und die Namen jener kräftigen Naturproducte, wie das Interesse für dieselben, wurden überall verbreitet.

Die Arzneimittellehre, gegründet von Dioscorides in der alexandrinischen Schule, ist ihrer wissenschaftlichen Ausbildung nach eine Schöpfung der Araber, denen jedoch eine reiche Quelle der Belehrung und die älteste von allen, die der indischen Aerzte, schon früher geöffnet war *). Die chemische Apothekerkunst ist von den Arabern geschaffen worden, und die ersten obrigkeitlichen Vorschriften über Bereitung der Arzneimittel, die jetzt so genannten Despensatorien, sind von ihnen ausgegangen. Sie wurden später von der salernitanischen Schule durch das südliche Europa verbreitet. Pharmacie und Materia medica, die ersten Bedürfnisse der praktischen Heilkunst, leiteten nach zwei Richtungen gleichzeitig zum Studium der Botanik und zu dem der Chemie. Aus den engen Kreisen der Nützlichkeit und einseitiger Anwendung gelangte die Pflanzenkunde allmählig in ein weiteres und freieres Feld; sie erforschte die Structur des organischen Gewebes, die Verbindung der Structur mit den Kräften, die Geseze, nach welchen die Pflanzenformen familienweise auftreten und sich geographisch nach Verschiedenheit der Klimate und Höhen über den Erdboden vertheilen.

Seit den asiatischen Eroberungen, für deren Erhaltung später Bagdad ein Centralpunkt der Macht und der Cultur wurde, bewegten sich die Araber in dem kurzen Zeitraume von 70 Jahren über Aegypten, Cyrene und Carthago durch das ganze nördliche Afrika bis zu der fernsten iberischen Halbinsel. Der geringe Bildungszustand des Volkes und seiner Heerführer konnte allerdings jeglichen Ausbruch wilder Rohheit vermuthen lassen; aber die Mythe von Verbrennung der alexandrinischen Bibliothek durch Amru (das sechsmonatliche Heizen von 4000 Badstuben) beruht auf dem alleinigen Zeugniß von zwei Schriftstellern, welche 580 Jahre später lebten, als die Begebenheit sich soll zugetragen haben †). Wie in friedlicheren Zeiten, doch ohne daß die geistige Cultur der ganzen Volksmasse einen freien Aufschwung hätte gewinnen können, in der glanzvollen Epoche von Al-Mansur, Harun Al-Raschid, Mamun und Motasem, die Höfe der Fürsten und die öffentlichen wissenschaftlichen Institute eine große Zahl der ausgezeichnetsten Männer vereinigen konnten, bedarf hier keiner besonderen Entwidlung. Es gilt nicht in diesen Blättern eine Charakteristik der so ausgedehnten und in ihrer Mannigfaltigkeit so ungleichartigen arabischen Literatur zu geben, oder zu unterscheiden, was in den verborgenen Tiefen der Organisation eines Menschenstammes und der Naturentfaltung seiner Anlagen, was in äußeren Anregungen und zufälligen Bedingungen gegründet ist. Die Lösung dieser wichtigen Aufgabe gehört einer anderen Sphäre der Ideen an. Unsere historische Betrachtungen sind auf eine fragmentarische Erzählung beschränkt, was in mathematischen, astronomischen und naturwissenschaftlichen Kenntnissen das Volk der Araber zur allgemeineren Weltanschauung beigetragen hat.

*) Ueber die Kenntnisse, welche die Araber aus der Arzneimittellehre der Inder geschöpft haben, s. die wichtigen Untersuchungen von Wilson im *Oriental Magazine of Calcutta* 1823 Febr. und März und von Royle in seinem *Essay on the Antiquity of Hindoo Medicine* 1837 p. 56—59, 64—66, 73 und 92. Vergl. ein Verzeichniß pharmaceutischer arabischer Schriften, die aus dem Indischen übersezt sind, in *Asie (Ausgabe von Wabrad)* p. 289.

†) Gibbon Vol. IX. chap. 51 p. 392; Heeren, *Gesch. des Studiums der classischen Literatur* Bb. I. 1797 S. 44 und 72; Sacy, *Abb-Atlas* p. 240; Parthey, *das alexandrinische Museum* 1838 S. 106.

Alchymie, Zauberkunst und mystische Phantasien, durch scholastische Dialektik jeder dichterischen Anmuth entblößt, verunreinigen freilich auch hier, wie überall im Mittelalter, die wahren Resultate der Erforschung; aber unablässig selbstarbeitend, mühevoll durch Uebersetzung sich die Früchte früher gebildeter Generationen aneignend, haben die Araber die Naturansichten erweitert und vieles Eigene geschaffen. Man hat mit Recht auf den großen Unterschied*) der Culturverhältnisse aufmerksam gemacht zwischen den einwandernden germanischen und den arabischen Stämmen. Jene bildeten sich erst nach der Einwanderung aus; diese brachten mit sich schon aus der Heimath nicht bloß ihre Religion, auch eine hochausgebildete Sprache, und die zarten Blüthen einer Poesie, welche nicht ganz ohne Einfluß auf die Provençalen und die Minnesänger geblieben ist.

Die Araber besaßen merkwürdige Eigenschaften, um aneignend und vermittelnd zu wirken vom Euphrat bis zum Guadalquivir und bis zu dem Süden von Mittel-Afrika. Sie besaßen eine beispiellose weltgeschichtliche Beweglichkeit, eine Neigung, von dem abstossenden israelitischen Castengeiste entfernt, sich mit den besiegten Völkern zu verschmelzen und doch trotz des ewigen Bodenwechsels ihrem Nationalcharakter und den traditionellen Erinnerungen an die ursprüngliche Heimath nicht zu entsagen. Beispiele von größeren Landreisen einzelner Individuen, nicht immer des Handels wegen, sondern um Kenntnisse einzusammeln, hat kein anderer Volksstamm aufzuweisen; selbst die buddhistischen Priester aus Tibet und China, selbst Marco Polo und die christlichen Missionare, welche zu den Mongolenfürsten gesandt wurden, haben sich nur in engeren Räumen bewegt. Durch die vielen Verbindungen der Araber mit Indien und China (schon am Ende des 7ten Jahrhunderts †) unter dem Chalifat der Omajjaden wurden die Eroberungen bis nach Kaschgar, Kabul und dem Pendschab ausgedehnt) gelangten wichtige Theile des asiatischen Wissens nach Europa. Die scharfsinnigen Forschungen von Reinaud haben gelehrt, wie viel aus arabischen Quellen für die Kenntniß von Indien zu schöpfen ist. Der Einfall der Mongolen in China störte zwar den Verkehr über den Drus ‡); aber die Mongolen selbst wurden bald ein vermittelndes Glied für die Araber, welche durch eigene Anschauung und mühevolltes Forschen von den Küsten des stillen Meeres bis zu denen West-Afrika's, von den Pyrenäen bis zu des Scherifs Edrisi Sumpflande des Wangarah in Inner-Afrika die Erdkunde aufgeklärt haben. Die Geographie des Ptolemäus wurde nach Frähn schon auf Befehl des Chalifen Mamun zwischen 813 und 833 in das Arabische übersetzt, und es ist sogar nicht unwahrscheinlich, daß bei der Uebersetzung einige nicht auf uns gekommene Fragmente des Marinus Tyrus benutzt werden konnten §).

Von der langen Reihe vorzüglicher Geographen, welche die arabische Literatur uns liefert, ist es genug die äußersten Glieder, El-Ischadi ¶) und Alhassan (Johannes Leo, den

*) Heinrich Ritter, Geschichte der christlichen Philosophie Th. III. 1844 S. 669—676.

†) Reinaud in drei neueren Christen, welche beweisen, wie viel neben den chinesischen Quellen noch aus den arabischen und persischen zu schöpfen ist: *Fragmentes arabes et persans inédits relatifs à l'Inde, antérieurement au XI^e siècle de l'ère chrétienne*, 1845 p. XX—XXXIII; *Relation des Voyages faits par les Arabes et les Persans dans l'Inde et à la Chine dans le IX^e siècle de notre ère*, 1845 T. I. p. XLVI; *Mémoire géographique et historique sur l'Inde d'après les écrivains Arabes, Persans et Chinois, antérieurement au milieu du onzième siècle de l'ère chrétienne*, 1846 p. 6. Die zweite Schrift des gelehrten Orientalisten Herrn Reinaud ist eine neue Bearbeitung der vom Abbé Renaudot so unvollständig herausgegebenen Anciennes relations des Indes et de la Chine de deux voyageurs Mahométans (1718). Die arabische Handschrift enthält nur Einen Reisebericht, den des Kaufmanns Soleiman, welcher sich auf dem persischen Meerbusen im Jahr 861 einschiffte. Diesem Be-

richte ist angehängt, was Abu-Zeyd-Hassan aus Syrak im Faristan, welcher nie nach Indien oder China gereist war, von anderen unterrichteten Kaufleuten erfahren hatte.

‡) Reinaud et Favé du feu grégeois 1845 p. 200.

§) Ueber Marinus Tyrus und Ptolemäus, die Geographen, im Rheinischen Museum für Philologie 1839 S. 329—332; *Widemanns Reise der Indes Pars I.* 1838 p. 120; *Sumboldt, Asie centrale* T. II. p. 191.

¶) Die Oriental Geography von Ebn-Saufal, welche Sir William Ouseley im Jahr 1800 zu London herausgegeben hat, ist die des Abu-Zekarija el Ischadi und, wie Frähn erwiesen (Ibn-Foglan p. IX, XXII und p. 256—263), ein halbes Jahrhundert älter als Ebn-Saufal. Die Karten, welche das Buch der Klimate vom Jahr 920 begleiten und von denen die Bibliothek zu Gotha eine schöne Handschrift besitzt, sind mir sehr nützlich bei meinen Arbeiten über das caspische Meer und den Aral-See geworden (*Asie centrale* T. II. p. 192—196). Wir besitzen vom

Afrikaner), zu nennen. Eine größere Bereicherung hat die Erdkunde nie auf einmal von den Entdeckungen der Portugiesen und Spanier erhalten. Schon fünfzig Jahre nach dem Tode des Propheten waren die Araber bis an die äußerste westliche Küste von Afrika, bis an den Hafen Adsi, gelangt. Ob später, als die unter dem Namen der AlmAGRURIN bekannten Abenteurer das Mare tenebrosum besuchten, die Inseln der Guanischen von arabischen Schiffen besucht worden sind, wie mir lange wahrscheinlich war, ist neuerdings wieder in Zweifel gezogen worden*). Die große Masse arabischer Münzen, die man in den Ostsee-Ländern und im hohen Norden von Scandinavien vergraben findet, ist nicht der eigenen Schifffahrt, sondern dem weit verbreiteten inneren Handelsverkehr der Araber zuzuschreiben †).

Die Erdkunde blieb nicht auf die Darstellung räumlicher Verhältnisse, auf Breiten- und Längenbestimmungen ‡), wie sie Abul-Hassan vervielfältigt hat, auf Beschreibung von Flußgebieten und Bergketten beschränkt; sie leitete vielmehr das mit der Natur so befreundete Volk auf die organischen Erzeugnisse des Bodens, besonders auf die der Pflanzenwelt. Der Abscheu, welchen die Bekenner des Islams vor anatomischen Untersuchungen hatten, hinderte sie an allen Fortschritten in der Thiergeschichte. Sie begnügten sich für diese mit dem, was sie aus Uebersetzungen des Aristoteles §) und Galenus sich aneignen konnten;

† Nachri sei kurzem eine Ausgabe und eine deutsche Uebersetzung (Liber climat. Ad similitudinem codicis Gothani delineandum cur. J. H. Moeller. Goth. 1839. Das Buch der Länder. Aus dem Arab. übers. von A. D. Nordmann. Hamb. 1845).

*) Vergl. Joaquim José da Costa de Macedo, Memoria em que se pretende provar que os Arabes não conhecerão as Canarias antes dos Portuguezes (Lisboa 1844) p. 86—99, 205—227 mit Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II p. 137—141.

†) Leopold von Ledebur über die in den Baltischen Ländern gefundenen Zeugnisse eines Handelsverkehrs mit dem Orient zur Zeit der arabischen Welt Herrschaft (1840) S. 8 und 75.

‡) Die Längenbestimmungen, welche Abul-Hassan Ali aus Raroffo, Astronom des 13ten Jahrhunderts, seinem Werke über die astronomischen Instrumente der Araber einverleibt hat, sind alle nach dem ersten Meridian von Arin gerechnet. Herr Sébillot der Sohn richtete zuerst die Aufmerksamkeit der Geographen auf diesen Meridian. Es hat derselbe ebenfalls ein Gegenstand meiner vorläufigen Untersuchungen werden müssen, da Christoph Columbus, wie immer, von der Imago mundi des Cardinals b'Ally geleitet, in seinen Phantasien über die Ungleichartigkeit der Erdgestalt in der östlichen und westlichen Hemisphäre einer Isla de Arin erwähnt: centro de el hemispherio del qual habla Tolomé y qués debaxo la linea equinocial entre el Sino Arabico y aquel de Persia. (Vergl. J. J. Sébillot, Traité des Instruments astronomiques des Arabes, publ. par L. Am. Sébillot, T. I. 1834 p. 312—318 T. II. 1835 Préface mit Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 64 und Asie centrale T. III. p. 593—596, wo die Angaben stehen, welche ich in der Mappa Mundi des Aliacus von 1410, in den Alphonsinischen Tafeln von 1483 und in Mabrigano's Itinerarium Portugalensium von 1508 aufgefunden habe. Sonderbar ist es, daß Erisi nichts von Rhobbet Arin (Cancabara, eigentlich Kanber) zu wissen scheint. Sébillot der Sohn (Mémoire sur les systèmes géographiques des Grecs et des Arabes 1842 p. 20—25) setzt den Meridian von Arin in die Gruppe der Azoren, während der gelehrte Commentator des Abulfeda, Herr Reinard (Mémoire sur l'Inde antérieurement au XIe siècle de l'ère chrétienne, d'après les écrivains Arabes et Persans p. 20—24), annimmt, „daß Arin aus

Verwechslung mit azyn, ozein und Objein, dem Namen eines alten Culturortes (nach Burnouf Ubbijayani) in Malva, 'Ozayn des Ptolemäus, entstanden ist. Dies Ozene liege im Meridian von Lanka, und in späterer Zeit sei Arin für eine Insel an der Küste Sanguar gehalten worden, vielleicht 'Eaganor des Ptolemäus.“ Vergl. auch Am. Sébillot, Mém. sur les Instr. astron. des Arabes 1841 p. 75.

§) Der Chalif Al-Mamun ließ viele kostbare griechische Handschriften in Constantinopel, Armenien, Syrien und Aegypten aufkaufen und unmittelbar aus dem Griechischen in das Arabische übertragen, da früher die arabischen Uebersetzungen sich lange auf syrische Uebersetzungen gründeten (Jourdain, Recherches critiques sur l'âge et sur l'origine des traductions latines d'Aristote 1819 p. 85, 88 und 226). Durch Al-Mamun's Bemühungen wurde daher manches gerettet, was ohne die Araber ganz für uns verloren gegangen wäre. Einen ähnlichen Dienst haben, wie Neumann in München zuerst gezeigt, armenische Uebersetzungen geleistet. Leider läßt eine Notiz des Geschichtschreibers Geuzi aus Bagdad, die der berühmte Geograph Leo Africanus in einer Schrift de viris inter Arabes illustribus erhalten hat, vermuthen, daß zu Bagdad selbst manche griechische Originale, die man für unbrauchbar hielt, verbrannt worden sind; aber die Stelle bezieht sich wohl nicht auf wichtige schon übersehte Handschriften. Sie ist mehrfacher Erklärung fähig, wie Bernharthy (Grundriß der Griech. Literatur Th. I. S. 489) gegen Heeren's Geschichte der classischen Literatur (Vd. I. S. 135) gezeigt hat. — Die arabischen Uebersetzungen haben allerdings oft zu den lateinischen des Aristoteles gebient (s. B. der 8 Bücher der Physik und der Geschichte der Thiere), doch ist der größere und bessere Theil der lateinischen Uebertragungen unmittelbar aus dem Griechischen gemacht (Jourdain, Rech. crit. sur l'âge des traductions d'Aristote p. 230—236). Diese zweifache Quelle erkennt man auch in dem denkwürdigen Briefe angegeben, mit welchem Kaiser Friedrich II. von Hohenstaufen im Jahr 1232 seinen Unterthanen, besonders der zu Bologna, Uebersetzungen des Aristoteles sandte und anempfahl. Dieser Brief enthält den Ausdruck erheblicher Gesinnungen; er beweist, daß es nicht die Liebe zur Naturgeschichte allein war, welche Friedrich II. den Werth der Philosophie, „compilationes varias quas ab Aristotele alioque philosophis sub graecis arabicisque vocabulis antiquitus editae sunt,“ schätzen lehrte. „Wir haben von frühester Ju-

doch ist die Thiergeschichte des Avicenna, welche die königliche Bibliothek zu Paris *) besitz, von der des Aristoteles verschieden. Als Botaniker ist Ibn-Baitbar aus Malaga †) zu nennen, den man wegen seiner Reisen in Griechenland, Persien, Indien und Aegypten auch als ein Beispiel von dem Streben ansehen kann durch eigene Beobachtungen die Erzeugnisse verschiedener Zonen des Morgen- und Abendlandes mit einander zu vergleichen. Der Ausgangspunkt aller dieser Bestrebungen war aber immer die Arzneimittelkunde, durch welche die Araber die christlichen Schulen lange beherrschten und zu deren Ausbildung Ibn-Sina (Avicenna), auf Affschena bei Bochara gebürtig, Ibn-Roschd (Averroes) aus Cordova, der jüngere Serapion aus Syrien und Mesue aus Maridin am Euphrat alles benutzten, was der arabische Caravanen- und Seehandel darbieten konnten. Ich nenne geflissentlich weit von einander entfernte Geburtsörter berühmter arabischer Gelehrten, weil diese Geburtsörter recht lebhaft daran erinnern, wie das Naturwissen sich durch die eigenthümliche Geistesrichtung des Stammes über einen großen Erdbraum erstreckte, wie durch gleichzeitige Thätigkeit sich der Kreis der Ansichten erweitert hatte.

In diesen Kreis wurde auch das Wissen eines älteren Culturvolkes, das der Inder, gezogen, da unter dem Chalifate von Al-Naschid mehrere wichtige Werke, wahrscheinlich die unter den halb fabelhaften Namen des Ischaraka und Susruta ‡) bekannten, aus dem Sanskrit in das Arabische übersetzt wurden. Avicenna, ein vielmfassender Geist, den man oft mit Albert dem Großen verglichen, giebt in seiner *Materia medica* selbst einen recht auffallenden Beweis dieses Einflusses indischer Literatur. Er kennt, wie der gelehrte Royle bemerkt, die Deodvara=Ceder ||) der schneebedeckten, gewiß im 11ten Jahrhundert von keinem Araber besuchten Himalaya-Alpen unter ihrem wahren Sanskritnamen und hält sie für einen hohen Wachholder-Baum, eine Juniperus-Art, welche zu Terpentinöl benutzt wird. Die Söhne von Averroes lebten am Hofe des großen Hohenstaufen, Friedrich II., der einen Theil seiner naturhistorischen Kenntniß indischer Thiere und Pflanzen dem Verkehr mit arabischen Gelehrten und sprachkundigen spanischen Juden ¶) verdankte. Der Chalife Abdurrahman I. legte selbst einen botanischen Garten bei Cordova an**)

genb an der Wissenschaft nachgestrebt, wenn gleich die Sorgen der Regierung und von ihr abgezogen haben; wir verwendeten unsere Zeit mit freudigem Ernste zum Lesen trefflicher Werke, damit die Seele sich aufbelle und kräftige durch Erwerbungen, ohne welche das Leben des Menschen der Regel und der Freiheit entbehrt (ut animae clarius vigeat instrumentum in acquisitione scientiae, sine qua mortalium vita non regitur liberaliter). Libros ipsos tanquam praemium amici Caesaris gratulanter accipite, et ipsos antiquis philosophorum operibus, qui vocis vestrae ministerio reviviscunt, aggregantes in auditorio vestro (Vergl. Jourdain p. 169—178 und Friedrichs von D a u m e r vortreffliche Geschichte der Hohenstaufen Bd. III. 1841 S. 413.) Die Araber sind vermittelnd zwischen dem alten und neuen Wissen aufgetreten. Ohne sie und ihre Uebersetzungslust wäre den folgenden Jahrhunderten ein großer Theil von dem verloren gegangen, was die griechische Welt geschaffen oder sich angeeignet hatte. Nach dieser Ansicht haben die hier berührten, scheinbar bloß linguistischen Verhältnisse ein allgemeines kosmisches Interesse.

*) Von der Uebersetzung der Aristotelischen Historia animalium durch Michael Scotus und von einer ähnlichen Arbeit des Avicenna (Handschrift der Pariser Bibliothek No. 6493) handelt Jourdain, Traductions d'Aristote p. 135—138, und Schneider, Annot. ad Aristotelis de animalibus hist. lib. IX cap. 15.

†) Ueber Ibn-Baitbar s. Sprengel, Gesch. der Arzneikunde Th. II. (1823) S. 468 und Royle on the Antiquity of Hindoo Medicine p. 28. Eine deutsche Uebersetzung des Ibn-Baitbar besitzen wir (seit 1840) unter dem Titel: Große Zusammenstellung über

die Kräfte der bekannten einfachen Heil- und Nahrungsmittel. Aus dem Arab. übers. von J. v. Sont-heimer. 2 Bände.

‡) Royle p. 35—65. Susruta, Sohn des Divamitra, wird nach Wilson für einen Zeitgenossen des Rama angesehen. Von seinem Werke haben wir eine Sanskrit-Ausgabe (The Susruta, or system of medicine, taught by Dhanwantari, and composed by his disciple Susruta. Ed. by Sri Madhusudana Gupta. Vol. I. II. Calcutta 1835, 1836) und eine lateinische Uebersetzung: Susrutas. A'yurvédas. Id est Medicinæ systema, a venerabili D'hnavantare demonstratum, a Susruta discipulo compositum. Nunc pr. ex Sanskrita in Latinum sermonem vertit Franc Hessler. Erlangen 1844, 1847, 2 Bände.

||) „Deindar (deodar) aus dem Geschlechte des abhel (juniperus); auch indische Tanne, welche eine eigene Wild, syr deindar (flüssigen Terpentin), giebt“; sagt A v i c e n n a.

¶) Spanische Juden aus Cordova brachten die Lehren des Avicenna nach Montpellier und trugen am meisten zur Stiftung dieser berühmten medicinischen Schule bei, die, nach arabischen Mustern gebildet, schon in das 12te Jahrhundert fällt. (Cuvier, Hist. des sciences naturelles T. I. p. 387.)

**) Ueber die Gartenanlagen in dem Palast von Rissaf, welchen Abdurrahman Ibn-Roamijsch erbaute, s. History of the Mohammedan Dynasties in Spain, extracted from Ahmed Ibn Mohammed Al-Makkari by Pascual de Gayangos Vol. I. 1840 p. 209—211. „En su Huerta plantó el Rey Abdurrahman una palma que era entonces (756) unica, y de ella procedieron todas las que hay en España. La vista del arbol acrecentaba mas que templaba su melancolia.“

und ließ durch eigene Reisende in Syrien und andern asiatischen Ländern seltene Sämereien sammeln. Er pflanzte bei dem Pallaste der Risafah die erste Dattelpalme, die er in einem Gedichte voll schwermüthiger Sehnsucht nach seiner Heimath Damascus besang.

Der wichtigste Einfluß aber, den die Araber auf das allgemeine Naturwissen ausgeübt haben, ist der gewesen, welcher auf die Fortschritte der Chemie gerichtet war. Mit den Arabern fing gleichsam ein neues Zeitalter für diese Wissenschaft an. Allerdings waren bei ihnen alchymistische und neuplatonische Phantasien mit der Chemie eben so verschwistert wie Astrologie mit der Sternkunde. Die Bedürfnisse der Pharmacie und die gleich dringenden der technischen Künste leiteten zu Entdeckungen, welche von den alchymistischen-metallurgischen Bestrebungen bald absichtlich, bald durch glückliche Zufälle begünstigt wurden. Die Arbeiten von Geber oder vielmehr Djaber (Abu-Musah Dschafar al-Rusi) und die viel späteren des Razès (Abu-Bekr Arrasi) sind von den wichtigsten Folgen gewesen. Die Bereitung von Schwefel- und Salpetersäure*), von Königswasser, Quecksilber-Präparaten und anderen Metallorvden, die Kenntniß des alkoholischen †) Gährungsprocesses bezeichnen diese Epoche. Die erste wissenschaftliche Begründung und die Fortschritte der Chemie sind für die Geschichte der Weltanschauung um so wichtiger, als nun zuerst die Heterogenität der Stoffe und die Natur von Kräften erkannt wurden, die sich nicht durch Bewegung sichtbar verkündigen und neben der pythagoreisch-platonischen „Vollkommenheit“ der Form auch der Mischung Geltung verschafften. Unterschiede der Form und Mischung sind aber die Elemente unseres ganzen Wissens von der Materie, die Abstractionen, unter denen wir glauben das allbewegte Weltganze zu erfassen, messend und zerlegend zugleich.

Was die arabischen Chemiker mögen aus ihrer Bekanntschaft mit der indischen Literatur (den Schriften über das Rasayana ‡), aus den uralten technischen Künsten der Aegypter, aus den neuen alchymistischen Vorschriften des Pseudo-Democritus und des Sophisten Genesius, oder gar aus chinesischen Quellen durch Vermittelung der Mongolen geschöpft haben: ist für jetzt schwer zu entscheiden. Nach den neuesten sehr sorgfältigen Untersuchungen eines berühmten Orientalisten, Herrn Reinaud, darf wenigstens die Erfindung des Schießpulvers ||) und dessen Anwendung zur Fortschleuderung von hohlen Projectilen nicht den Arabern zugeschrieben werden. Hassan Al-Rammah, welcher zwischen 1285 und 1295 schrieb, kannte diese Anwendung nicht, während daß bereits im zwölften Jahrhundert, also fast 200 Jahre vor Berthold Schwarz, im Rammelsberge am Harz eine Art Schieß-

(Antonio Conde, Hist. de la dominacion de los Arabes en España T. I. p. 169.)

*) Die Bereitung der Salpetersäure und des Königswassers von Djaber (eigentlich Abu-Musah Dschafar) ist über 500 Jahre älter als Albert der Große und Raymond Lullus, ja fast 700 Jahre älter als der Erfinder Vönikh Basilus Valentinus. Doch wurde lange diesen dreien die Epoche machende Entdeckung jener zerlegenden (aufschließenden) Säuren zugeschrieben.

†) Ueber die Vorchrift des Razès zur Weingährung von Amylum und Zuder und zur Destillation des Alkohols f. Goëfer, Hist. de la Chimie T. I. p. 325. Wenn auch Alexander von Aphrodisias (Joannis Philoponi Grammatici in lib. de generatione et interita Comm. Venet. 1527 p. 97) eigentlich nur die Destillation des Seewassers umständlich beschreibt, so erinnert er doch schon daran, daß auch Wein destillirt werden könne. Diese Behauptung ist um so merkwürdiger, als Aristoteles die irrige Meinung vorträgt, durch natürliche Verbüdnung steige aus dem Wein nur süßes Wasser auf (Meteorol. II. 3 p. 358 Bekker), wie aus dem Salzwasser des Meeres.

‡) Die Chemie der Indier, die alchymistischen Künste umfassend, heißt rasayana (rasa, Saft, Flüssiges, auch Quecksilber, und ayana, Gang) und bildet nach Wilson

die siebente Abtheilung des Ayur-Veda, der Wissenschaft des Lebens oder der Lebensverlängerung (Royle, Hindoo Medicine p. 39–48). Die Indier kennen seit der ältesten Zeit (Royle p. 131) die Anwendung der Beizen bei der Calico- oder Rattun-Druckerei, einer ägyptischen Kunst, die man bei Plinius lib. XXXV cap. 11 no. 150 auf das deutlichste beschrieben findet. Der Name Chemie für Scheidekunst bezeichnet wörtlich ägyptische Kunst, Kunst des schwarzen Landes; denn schon Plutarch wußte (de Iside et Osir. cap. 33), daß die Aegypter ihr Land wegen der schwarzen Erde χημία nannten. Die Inschrift von Rosette hat Chmi. Das Wort Chemie, auf Scheidekunst angewandt, finde ich zuerst in dem Decrete des Diocletian „gegen die alten Schriften der Aegypter, welche von der Chemie des Goldes und Silbers handeln περί χημίας ἀργύρου καὶ χρυσοῦ“; vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie et de l'Astronomie nationale T. II. p. 314.

||) Reinaud et Favé du feu grégeois, des feux de guerre et des origines de la poudre à canon, in ihrer Histoire de l'Artillerie T. I. 1845 pag. 89–97, 201 und 211; Piolet, Traité d'Artillerie 1836 p. 25; Becmann, Technologie S. 342.

pulver zur Sprengung des Gesteins gebraucht wurde. Auch die Erfindung eines Luftthermometers wird nach einer Angabe des Sanctorius dem Avicenna zugeschrieben; aber diese Angabe ist sehr dunkel, und es verflossen noch sechs volle Jahrhunderte, bis Galilei, Cornelius Drebbel und die Academia del Cimento durch die Begründung einer genauen Wärmemessung ein großartiges Mittel verschafften in eine Welt unbekannter Erscheinungen einzubringen, den kosmischen Zusammenhang von Wirkungen im Luftkreise, in den über einander gelagerten Meeresschichten und in dem Inneren der Erde zu begreifen, Erscheinungen, deren Regelmäßigkeit und Periodicität Erstaunen erregt. Unter den Fortschritten, welche die Physik den Arabern verdankt, darf man nur Alhazen's Arbeit über die Strahlenbrechung, vielleicht theilweise der Optik des Ptolemäus entlehnt, und die Kenntniß und erste Anwendung des Pendels als Zeitmessers*) durch den großen Astronomen Ebn-Junis erwähnen.

Wenn auch die Reinheit und dabei so selten gestörte Durchsichtigkeit des arabischen Himmels das Volk bereits in dem Zustand der frühesten Uncultur in seiner Heimath auf die Bewegung der Gestirne besonders aufmerksam gemacht hatte (neben dem Sterndienst des Jupiter unter den Achämen finden wir, bei dem Stamm der Aseiden, selbst die Helligung eines sonnennahen, seltener sichtbaren Planeten, des Merkur), so ist die so ausgezeichnete wissenschaftliche Thätigkeit der gebildeten Araber in allen Theilen der praktischen Astronomie doch wohl mehr chaldäischen und indischen Einflüssen zuzuschreiben. Zustände der Atmosphäre begünstigen nur, was durch geistige Anlagen und den Verkehr mit gebildeteren Nachbarnölkern bei hochbegabten Stämmen hervorgerufen wird. Wie viele regenlose Ge-

*) Laplace, Précis de l'hist. de l'Astronomie 1821 p. 60 und Am. Sébillot, Mémoire sur les Instrum. astr. des Arabes 1841 p. 44. Auch Thomas Young (Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts 1807 Vol. I. p. 191) zweifelt nicht daran, daß Ebn-Junis am Ende des zehnten Jahrhunderts das Pendel zur Zeitbestimmung angewandt hat; aber die Verbindung des Pendels mit Räderwerk schreibt er erst dem Sanctorius (1612, also 44 Jahre vor Huygens) zu. Von der überaus künstlichen Uhr, die unter den Geschenken sich befand, welche Harun Al-Raschid, oder vielmehr der Chalif Abdallah, aus Persien dem Kaiser Carl dem Großen zwei Jahrhunderte früher (807) nach Aachen schickte, sagt Eginhard bestimmt, daß sie durch Wasser bewegt wurde (Horologium ex aurihalco arte mechanica mirifico compositum, in quo duodecim horarum cursus ad clepsidram vertebatur); Einhardi Annales in Perz Monumenta Germaniae historica, Scriptorum T. I. 1826 p. 195. Vergl. S. Mutius de Germanorum origine, gestis etc. Chronica. lib. VIII p. 57, in Pistorii Germanicorum scriptorum T. II. Francof. 1584; Bouquet, Recueil des Historiens des Gaules T. V. p. 333 und 354. Die Stunden wurden angegeben durch das tönende Herabfallen kleiner Kugeln, wie durch das Hervortreten von kleinen Röhren aus eben so vielen sich öffnenden Thüren. Die Art, wie das Wasser in solchen Uhren wirkte, mag wohl bei Chaldäern, die „die Zeit wogen“ (durch das Gewicht der Flüssigkeit bestimmten), bei Griechen und Indern in den Klessyden sehr verschieden gewesen sein; denn des Ktesibius hydraulisches Uhrwerk (unter Ptolemäus Evergetes II.), welches das ganze Jahr hindurch zu Alexandria die bürgerlichen Stunden angab, kommt nach Belzer (Handbuch der Chronologie 1825 Bd. I. S. 31) nie unter der gemeinen Benennung *clepsidra* vor. Nach Vitruv's Beschreibung (lib. IX cap. 4) war es eine wirkliche astronomische Uhr, ein horologium ex aqua) eine sehr zusammengesetzte machina hydraulica, durch gezähnte Räder (versatilis tympani denticuli aequales aliis alium impellentis) wirkend. Es ist also nicht unwahrscheinlich, daß die Araber, mit dem bekannt, was unter der römischen Weltherrschaft sich

von verbesserten mechanischen Vorrichtungen verbreitet hatte, eine hydraulische Uhr mit Räderwerk (tympana, quae nonnulli rotas appellant, Graeci autem *κλεψιδρα*, Vitruv. X, 4) zu Stande gebracht haben. Doch äußert noch Leibniz (Annales Imperii occidentis Brunsvicensis ed. Perz T. I. 1843 p. 247) seine Verwunderung über die Construction der Uhr des Harun Al-Raschid. Abbé Allatiff, trad. par Sylvestre de Sacy p. 578.) — Viel merkwürdiger ist aber das Kunstwerk gewesen, welches der Sultan von Aegypten 1322 dem Kaiser Friedrich II. schickte. Es war ein großes Zeit, in dem Sonne und Mond, durch künstliche Vorrichtungen bewegt, auf- und untergingen und in richtigen Zwischenräumen die Stunden des Tags und der Nacht zeigten. In den Annales Godefridi monachi S. Pantaleonis apud Coloniā Agrippinae heißt es: tentorium, in quo imagines Solis et Lunae artificialiter motas cursum suum certis et debitis spatiis peragant et horas diei et noctis infallibiliter indicant (Freheri rerum germanicarum scriptores T. I. Argentor. 1717 p. 398). Der Mönch Godefridus, aber wer sonst in der vielleicht von mehreren Verfassern herührenden und für das Kloster St. Pantaleon in Eöln eingerichteten Chronik (s. Böhmert, Fontes rerum germanicarum Bd. II. 1845 S. XXXIV—XXXVII) diese Jahre behandelt hat, lebte zur Zeit des großen Kaisers Friedrichs II. selbst. Der Kaiser ließ das Kunstwerk, dessen Werth auf 20000 Mark angegeben wurde, in Venedig bei anderen Schätzen bewahren (Frieb. v. Baumert, Gesch. der Hohenstaufen Bd. III. S. 430.). Daß, wie oft behauptet wird, das ganze Zeit sich wie das Himmelsgewölbe bewegt habe, ist mir sehr unwahrscheinlich. In der Chronica Monasterii Hirsaugiensis, die Trithemius herausgegeben, ist die Stelle der Annales Godefridi fast nur wiederholt (Joh. Trithemii Opera historica P. II. Francof. 1601 p. 180), ohne daß man über die mechanische Vorrichtung belehrt würde. Reinard sagt, die Bewegung sei gewesen „par des ressorts cachés“ (Extraits des Historiens Arabes relatifs aux guerres des Croisades. 1829. p. 435).

genden des tropischen Amerika (Cumana, Coro, Payta) haben eine noch durchsichtlichere Luft als Aegypten, Arabien und Buchar! Das tropische Klima, die ewige Heiterkeit des in Sternen und Nebelflecken prangenden Himmelsgewölbes wirken überall auf das Gemüth; doch folgerich, d. h. zu Ideen führend, zur Arbeit des Menschengesistes in Entwicklung mathematischer Gedanken, regen sie nur da an, wo andere, vom Klima ganz unabhängige, innere und äußere Antriebe einen Völkervolk bewegen, wo z. B. die genaue Zeiteintheilung zur Befriedigung religiöser oder agronomischer Bedürfnisse eine Nothwendigkeit des geselligen Zustandes wird. Bei rechnenden Handelsvölkern (Phöniciern), bei konstruirenden, baulustigen, feldmessenden Nationen (Chaldäern und Aegyptern) werden früh empirische Regeln der Arithmetik und der Geometrie aufgefunden; aber alles dies kann nur die Entstehung mathematischer und astronomischer Wissenschaft vorbereiten. Erst bei höherer Cultur wird gesetzliche Regelmäßigkeit der Veränderungen am Himmel in den irdischen Erscheinungen wie reflectirt erkannt, auch in letzteren, laut dem Ausspruch unseres großen Dichters, nach dem „ruhenden Pole“ geforscht. Die Ueberzeugung von dem Gesetzmäßigen in der Planetenbewegung hat unter allen Klimaten am meisten dazu beigetragen in dem wogenden Luftmeere, in den Oscillationen des Oceans, in dem periodischen Gange der Magnetnadel, in der Vertheilung des Organismus auf der Erdoberfläche Gesetz und Ordnung zu suchen.

Die Araber erhielten indische Planetentafeln*) schon am Ende des achten Jahrhunderts. Wir haben bereits oben erinnert, daß der Susruta, der uralte Inbegriff aller medizinischen Kenntnisse der Inder, von Gelehrten übersetzt wurde, welche zu dem Hofe des Chalifen Harun Al-Raschid gehörten: ein Beweis, wie sehr die Sanskrit-Literatur früh Eingang gefunden hatte. Der arabische Mathematiker Albyruni ging selbst nach Indien, um dort Astronomie zu studiren. Seine Schriften, die erst neuerlichst zugänglich geworden sind, beweisen, wie genau er das Land, die Traditionen und das vielumfassende Wissen der Inder kannte †).

Aber die arabischen Astronomen, so viel sie den früher civilisirten Völkern, vorzüglich den indischen und alexandrinischen Schulen, verdankten, haben doch auch, bei ihrem eigenthümlichen praktischen Sinne, durch die große Zahl und die Richtung ihrer Beobachtungen, durch die Vervollkommenung der winkelmessenden Instrumente, durch das eifrigste Bestreben, die älteren Tafeln bei sorgfältiger Vergleichung mit dem Himmel zu verbessern, das Gebiet der Astronomie ansehnlich erweitert. In dem siebenten Buche von dem Almagest des Abul-Wesfa hat Sébillot die wichtige Störung der Länge des Mondes erkannt, welche in den Syzygien und Quadraturen verschwindet, ihren größten Werth in den Detanten hat und bisher unter dem Namen der Variation lange für Tycho's Entdeckung gehalten wurde ‡). Die Beobachtungen von Ebn-Junis in Cairo sind für die Störungen und secularen Bahnänderungen der beiden größten Planeten, Jupiter und Saturn, besonders wichtig geworden §). Eine Gradmessung, welche der Chalif Al-Namun in der großen Ebene

*) Ueber die indischen Tafeln, welche Alphazari und Alkoresmi ins Arabische übersetzt haben, s. Chales, Recherches sur l'Astronomie indienne in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 846—850. Die Substitution der Sinus für die Bögen, welche man gewöhnlich dem Almagest im Anfang des neunten Jahrhunderts zuschreibt, gehört ursprünglich auch den Indern; Sinustafeln finden sich schon in dem Surya-Siddhanta.

†) Reinard, Fragments arabes relatifs à l'Inde p. XII—XVII, 96—126, und besonders 135—160. Albyruni's eigentlicher Name war Abul-Ryhan. Er war gebürtig aus Byrun im Indus-Thale, war ein Freund des Avicenna und lebte mit ihm in der arabischen Akademie, die sich im Charezm gebildet hatte. Sein Aufenthalt in Indien wie die Abfassung seiner Geschichte von Indien (Tarikhi-Hind), aus welcher Reinard die

merkwürdigsten Bruchstücke bekannt gemacht, fallen in die Jahre 1030—1032.

‡) Sébillot, Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux T. I. p. 50—89; derselbe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. II. 1836 p. 202, T. XVII. 1843 p. 163—173, T. XX. 1845 p. 1308. Gegen diese Meinung behauptet Herr Biot, daß die schöne Entdeckung des Tycho dem Abul-Wesfa keineswegs gehöre, daß dieser nicht die variation, sondern nur den zweiten Theil der érection gefannt habe; s. Journal des Savants 1843 p. 513—532, 609—626, 719—737; 1845 p. 146—166, und Comptes rendus T. XX. 1845 p. 1319—1323.

§) Laplace, Expos. du Système du Monde note V p. 407.

von Sindschar zwischen Tadmor und Rakfa durch Beobachter ausführen ließ, deren Namen uns Ebn-Junis erhalten hat, ist minder wichtig durch ihr Resultat als durch das Zeugniß geworden, das sie uns von der wissenschaftlichen Bildung des arabischen Menschenstammes gewährt.

Als der Abglanz einer solchen Bildung müssen betrachtet werden: im Westen, im christlichen Spanien, der astronomische Congress zu Toledo unter Alfons von Castilien, auf dem der Rabbiner Isaac Ebn Sid Hazan die Hauptrolle spielte; im fernen Osten die von Ischân Holagu, dem Enkel des Weltkürmers Dschingischân, auf einem Berge bei Meragha mit vielen Instrumenten ausgerüstete Sternwarte, in welcher Nasir-Eddin aus Tus in Chorasân seine Beobachtungen anstellte. Diese Einzelheiten verdienen in der Geschichte der Weltanschauung in so fern Erwähnung, als sie lebhaft daran erinnern, wie die Erscheinung der Araber vermittelnd in weiten Räumen auf Verbreitung des Wissens und Anhäufung der numerischen Resultate gewirkt hat: Resultate, die in der großen Epoche von Kepler und Tycho wesentlich zur Begründung der theoretischen Sternkunde und einer richtigen Ansicht von den Bewegungen im Himmelsraume beigetragen haben. Das Licht, welches in dem von tartarischen Völkern bewohnten Asien angezündet war, verbreitete sich im 15ten Jahrhundert weiter in Westen bis Samarkand, wo der Timuride Ulugh Beig neben der Sternwarte ein Gymnasium nach Art des alexandrinischen Museums stiftete und einen Sternecatalog anfertigen ließ, der sich ganz auf neue und eigene Beobachtungen gründete*).

Nach dem Lobe, welches hier dem Naturwissen der Araber in beiden Sphären, der Erdräume und des Himmels, gezollt worden ist, haben wir auch an das zu erinnern, was sie, auf den einsamen Wegen der Gedankenentwicklung, dem Schätze des reinen mathematischen Wissens hinzufügten. Nach den neuesten Arbeiten, welche in England, Frankreich und Deutschland †) über die Geschichte der Mathematik unternommen worden sind, ist die Algebra der Araber „wie aus zwei lange von einander unabhängig fließenden Strömen, einem indischen und einem griechischen, ursprünglich entstanden.“ Das Compendium der Algebra, welches auf Befehl des Chalifen Al-Mamun der arabische Mathematiker Mohammed Ben-Musa (der Chowarezmier) verfaßte, gründet sich, wie mein so früh dahingeschiebener gelehrter Freund Friedrich Rosen erwiesen hat ‡), nicht auf Diophantus, sondern auf indisches Wissen; ja schon unter Almanzor am Ende des achten Jahrhunderts waren indische Astronomen an den glänzenden Hof der Abbassiden berufen. Diophantus wurde nach Casiri und Colebrooke erst gegen das Ende des zehnten Jahrhunderts von Abul-Wesfa Buzjani ins Arabische übersetzt. Was bei den alten indischen Algebristen soll vermisst werden, die von Satz zu Satz fortschreitende Begründung des Erlangten, hatten die Araber der alexandrinischen Schule zu verdanken. Ein so schönes von ihnen vermehrtes Erbtheil ging im zwölften Jahrhunderte durch Johannes Hispanensis und Gerhard von Cremona in die europäische Literatur des Mittelalters über ||). „In den abgebräunten Werken der Indier findet sich die allgemeine Lösung der unbestimmten Gleichungen des ersten Grades und eine weiter ausgebildete Behandlung derer des zweiten, als in den auf uns gekom-

*) Ueber die Sternwarte von Meragha s. De la Motte, Histoire de l'Astronomie du moyen âge p. 198–203, und Am. Sébillot, Mém. sur les Instr. arabes 1841 p. 201–205, wo der Gnomon mit eckelrunder Dessenung beschrieben wird; über das Eigenthümliche des Sternecatalogs von Ulugh Beig s. J. J. Sébillot, Traité des Instruments astronomiques des Arabes 1834 p. 4.

†) Colebrooke, Algebra with Arithmetico and Mensuration, from the Sanscrit of Brahmegepta and Bhascara, Lond. 1817; Chasles, Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en Géométrie 1837 p. 416–502; Nessel-

mann, Versuch einer kritischen Geschichte der Algebra, Th. I. S. 30–61, 273–276, 302–306.

‡) Algebra of Mohammed ben Musa, edited and translated by F. Rosen, 1831 p. VIII, 72 und 196–199. Auch nach China verbreiteten sich gegen das Jahr 720 die mathematischen Kenntnisse der Indier: aber zu einer Zeit, wo schon viele Araber in Canton und in anderen chinesischen Städten angesiedelt waren; Rein-aud, Relation des voyages faits par les Arabes dans l'Inde et la Chine T. I. p. CIX, T. II. p. 36.

||) Chasles, Histoire de l'Algebre in den Comptes rendus T. XIII. 1841 p. 497–524, 601–626; vergl. auch Libri eben dasselbst p. 559–563.

menen Schriften der Alexandriner; es unterliegt daher keinem Zweifel, daß, wären die Werke der Indier zwei Jahrhunderte früher und nicht erst in unseren Tagen den Europäern bekannt geworden, sie auf die Entwicklung der modernen Analysis fördernd hätten einwirken müssen.“

Auf demselben Wege und durch dieselben Verhältnisse, welche den Arabern die Kenntniß der indischen Algebra zuführten, erhielten diese auch in Persien und am Euphrat die indischen Zahlzeichen im neunten Jahrhundert. Perser waren damals als Zollbediente am Indus angestellt, und der Gebrauch der indischen Zahlen hatte sich allgemein in die Zollämter der Araber im nördlichen Afrika (den Küsten von Sicilien gegenüber) verpflanzt. Dennoch machen die wichtigen und überaus gründlichen historischen Untersuchungen, zu welchen ein ausgezeichnete Mathematiker, Herr Charles, durch seine richtige Interpretation der sogenannten pythagorischen Tafel in der Geometrie des Boethius veranlaßt worden ist*), es mehr als wahrscheinlich, daß die Christen im Abendlande selbst früher als die Araber mit den indischen Zählern vertraut waren und daß sie unter dem Namen des Systems des Abacus den Gebrauch der neun Ziffern nach ihrem Stellenwerthe kannten.

Es ist hier nicht der Ort diesen Gegenstand, welcher mich schon früher (1819 und 1829) in zwei, der Académie des Inscriptions zu Paris und der Akademie der Wissenschaften zu Berlin vorgelegten Abhandlungen beschäftigt hat†), näher zu erläutern; aber bei einem

*) Charles, *Aperçu historique des méthodes en Géométrie* 1837 p. 464–472; derselbe in den *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* T. VIII. 1839 p. 78, T. IX. 1839 p. 449, T. XVI. 1843 p. 156–173 und 218–246, T. XVII. 1843 p. 143–154.

†) Humboldt über die bei verschiedenen Völkern üblichen Systeme von Zahlzeichen und über den Ursprung des Stellenwerthes in den indischen Zahlen, in Crelles Journal für die reine und angewandte Mathematik Bd. IV. (1829) S. 205–231; vergl. auch mein *Examen crit. de l'hist. de la Géographie* T. IV, p. 275. „In der einfachen Herabzählung der verschiedenen Methoden, welche Völker, denen die indische Positionsmethodik unbekannt war, angewandt haben, um die Multipla der Fundamentalgruppen auszudrücken, liegt, glaube ich, die Erklärung von der allmählichen Entstehung des indischen Systems. Wenn man die Zahl 3568 perpendicular oder horizontal durch Hülsen von Indicatoren ausdrückt, welche den verschiedenen Abtheilungen des Abacus entsprechen (also $\overline{3} \overline{5} \overline{6} \overline{8}$), so erkennt man leicht, daß die Gruppenzeichen (M, C . . .) weggelassen werden können. Unsere indische Zahlen sind aber nichts anderes als jene Indicatoren; sie sind Multiplikatoren der verschiedenen Gruppen. An diese alleinige Bezeichnung durch Indicatoren erinnert auch der alt-asiatische Suanyan (die Rechenmaschine, welche die Mongolen in Anstand eingeführt haben) mit auf einander folgenden Reihen von Schnüren der Tausende, Hunderte, Zehner und Einheiten. Diese Schnüre würden bei dem eben angeführten numerischen Beispiele 3, 5, 6 und 8 Kugeln darstellen. Im Suanyan ist kein Gruppenzeichen sichtbar; die Gruppenzeichen sind die Stellen selbst, und diese Stellen (Schnüre) werden mit Einheiten (3, 5, 6 und 8), als Multiplikatoren oder Indicatoren, angefüllt. Auf beiden Wegen, dem der figurativen (schreibenden) und dem der palpablen (betastenden) Arithmetik, gelangt man demnach zur Position, zum Stellenwerth, zum einfachen Gebrauch von neun Zahlen. Ist die Schnur leer, so bleibt die Stelle im Schreiben offen; fehlt eine Gruppe (ein Glied der Progression), so wird graphisch die Leere durch die Hieroglyphen der Leere (sanya, sifron, tziuphra) ausgefüllt. In der Methode des Eutocius finde ich bei der Gruppe der Myriaden die erste Spur des für den Orient so wichtigen Exponential-, oder vielmehr Indications-Systems, unter

den Griechen. Ma, M β , M γ bezeichnen 10000, 20000, 30000. Was hier bei den Myriaden allein angewandt wird, geht bei den Chinesen und den Japanesen, die ihre Cultur von den Chinesen erst 200 Jahre vor unserer Zeitrechnung erhielten, durch alle Multipla der Gruppen hindurch. Im Gobar, der arabischen Staubschrift, welche von meinem vereinigten Freunde und Lehrer Silvestre de Sacy in einem Manuscript aus der Bibliothek der alten Abtei St. Germain des Prés entdeckt worden ist, sind die Gruppenzeichen Punkte, also Nullen; denn in Indien, Tibet und Persien sind Nullen und Punkte identisch. Man schreibt im Gobar 3 statt 30; 4 statt 400; 6 . . statt 6000. Die indischen Zahlen und die Kenntniß des Stellenwerthes muß neuer sein als die Trennung der Indier und der Arier, denn das Indusvolk bediente sich der unbedinglichen Pehlvi-Zahlen. Für eine successive Vervollkommnung der Zahlenbezeichnung in Indien scheinen mir besonders die Lamul-Ziffern zu sprechen, welche durch neun Zeichen der Einheiten und durch besondere Gruppenzeichen für 10, 100 und 1000 alle Werthe mittelst links zugefügter Multiplikatoren ausdrücken. Für eine solche allmähliche Vervollkommnung sprechen auch die sonderbaren *apsuoi idexoi* in einem vom Prof. Brandis in der Pariser Bibliothek aufgefundenen und mir gütigst zur Bekanntmachung mitgetheilten Scholion des Mönchs Neophytos. Die neun Ziffern des Neophytos sind, außer der 4, ganz den jetzigen persischen ähnlich; aber diese neun Einheiten werden 10fach, 100fach, 1000fach dadurch erhöht, daß man ein oder zwei oder drei Lamulzeichen darüber schreibt: gleichsam wie 2 für zwanzig, 3 für vier und zwanzig, also durch Jurta-position; 5 für fünf hundert, 6 für dreihundert und sechs. Denken wir uns statt der Null bloß Punkte, so haben wir die arabische Staubschrift, Gobar. So wie nach der oftmalsigen Aeußerung meines Bruders, Wilhelm von Humboldt, das Sanskrit sehr unbestimmt durch die Benennungen in indische und alt-indische Sprache bezeichnet wird, da es auf der indischen Halbinsel mehrere sehr alte, vom Sanskrit gar nicht abstammende Sprachen giebt, so ist auch der Ausdruck: indische, alt-indische Ziffern im Allgemeinen sehr unbestimmt; und eine solche Unbestimmtheit bezieht sich sowohl auf die Gestaltung der Zahlzeichen als auf den Geist der Methoden, der sich ausdrückt bald durch bloße Beifügung (Jurta-position), bald durch Coefficienten und Indicatoren, bald durch eigentlichen Stellenwerth. Selbst die

historischen Probleme, über das noch viel zu entdecken übrig ist, entsteht die Frage: ob auch der Stellenwerth, der sinnreiche Kunstgriff der Position, welcher schon im tuscischen Abacus wie im Suanpan von Inner-Asien hervortritt, zweimal abgesondert, im Orient und Occident, erfunden worden ist; oder ob durch die Richtung des Welthandels unter den Sagen das System des Stellenwerthes von der indischen westlichen Halbinsel aus nach Alexandrien verpflanzt und in der Erneuerung der Träumereien der Pythagoreer für eine Erfindung des ersten Stifters des Bundes ausgegeben worden ist. An die bloße Möglichkeit uralter, uns völlig unbekannter Verbindungen vor der 60ten Olympiade ist wohl nicht zu erinnern. Warum sollten in dem Gefühl ähnlicher Bedürfnisse dieselben Ideenverbindungen sich nicht bei hochbegabten Völkern verschiedenen Stammes abgesondert dargeboten haben?

Wie nun die Algebra der Araber durch das, was dies morgenländische Volk von Griechen und Indern aufgenommen und selbst geschaffen, trotz einer großen Dürftigkeit in der symbolischen Bezeichnung, wohlthätig auf die glänzende Periode der italienischen Mathematiker des Mittelalters gewirkt hat, so bleibt auch den Arabern das Verdienst, von Bagdad bis Cordova durch ihre Schriften und ihren ausgebreiteten Handelsverkehr den Gebrauch des indischen Zahlensystems beschleunigt zu haben. Beide Wirkungen, die gleichzeitige Verbreitung der Wissenschaft und der numerischen Zeichen mit Stellenwerth, haben verschiedenartig, aber mächtig, die Fortschritte des mathematischen Theils des Naturwissens befördert, den Zugang zu entlegenen Regionen in der Astronomie, in der Optik, in der physischen Erdkunde, in der Wärmelehre, in der Theorie des Magnetismus erleichtert, welche ohne jene Hülfsmittel uneröffnet geblieben wären.

Man hat mehrmals in der Völkergeschichte die Frage aufgeworfen, welche Folge die Weltbegehrenheiten würden gehabt haben, wenn Carthago Rom besiegt und das europäische Abendland beherrscht hätte. „Man kann mit gleichem Rechte fragen,“ sagt Wilhelm von Humboldt *), „in welchem Zustande sich unsere heutige Cultur befinden würde, wenn die Araber, wie sie es eine lange Zeit hindurch waren, im alleinigen Besiz der Wissenschaft geblieben wären und sich über das Abendland dauernd verbreitet hätten? Ein weniger günstiger Erfolg scheint mir in beiden Fällen nicht zweifelhaft. Derselben Ursache, welche die römische Weltherrschaft hervorbrachte, dem römischen Geist und Charakter, nicht äußeren, mehr zufälligen Schicksalen, verdanken wir den Einfluß der Römer auf unsere bürgerlichen Einrichtungen, auf unsere Geseze, Sprache und Cultur. Durch diesen wohlthätigen Einfluß und durch innere Stammverwandtschaft wurden wir für griechischen Geist und griechische Sprache empfänglich, da die Araber vorzugsweise nur an den wissenschaftlichen Resultaten griechischer Forschung (den naturbeschreibenden, physischen, astronomischen, rein mathematischen) hingen.“ Die Araber haben, bei sorgfamer Bewahrung der reinsten heimischen Mundart und des Scharffinnes ihrer bildlichen Reden, dem Ausdruck der Gefühle und edeln Weisheitsprüchen allerdings die Anmuth dichterischer Färbung zu geben gewußt; aber sie würden, nach dem zu urtheilen, was sie unter den Abbassiden waren, auch auf der Grundlage desselben Alterthums, mit dem wir sie vertraut

Existenz eines Nullzeichens ist, wie das Scholion des Neophytos beweist, in indischen Ziffern noch kein notwendiges Bedingniß des einfachen Stellenwerthes. Die tamul-sprechenden Indier haben von ihrem Alphabet scheinbar abweichende Zahlzeichen, von denen die 2 und die 8 eine schwache Ähnlichkeit mit den Devanagari-Ziffern von 2 und 5 haben (Rob. Anderson, Rudiments of Tamil grammar 1821 p. 135); und doch beweist eine genaue Vergleichung, daß die tamulischen Ziffern von der alphabetischen Tamulschrift abgeleitet sind. Noch verschiedener von den Devanagari-Ziffern sind nach Carey die eingalesischen. In diesen nun und in den tamulischen findet man keinen Stellenwerth und kein Nullzeichen, sondern Hieroglyphen für die Gruppen von

Zehnern, Hunderten und Tausenden. Die Eingalesen operiren wie die Römer durch Jurauposition, die Tamulien durch Coefficienten. Das wirkliche Nullzeichen als etwas Fehlendes wendet Ptolemäus sowohl im Almagest als in seiner Geographie in der abwärts steigenden Scala für fehlende Grade und Minuten an. Das Nullzeichen ist demnach im Occident weit älter als der Einbruch der Araber.“ (S. meine oben angeführte und in Crell's mathematischem Journale abgedruckte Abhandlung S. 215, 219, 223 und 227.)

*) Wilh. v. Humboldt über die Tamul-Sprache Bd. I. S. CCLXII. Vergl. auch die treffliche Schilderung der Araber in Herder's Ideen zur Gesch. der Menschheit Buch XIX, 4 und 5.

finden, wohl nie vermocht haben, die Werke erhabener Dichtung und bildend-schaffenden Kunstsinnes ins Leben zu rufen, deren sich in harmonischer Verschmelzung die Blüthezeit unserer europäischen Cultur zu rühmen hat.

VI.

Zeit der oceanischen Entdeckungen. — Eröffnung der westlichen Hemisphäre. — Begebenheiten und Erweiterung wissenschaftlicher Kenntnisse, welche die oceanischen Entdeckungen vorbereitet haben. — Columbus, Sebastian Cabot und Gama. — Amerika und das stille Meer. — Cabrillo, Sebastian Vizcaino, Mendana und Quiros. — Die reichste Fülle des Materials zur Begründung der physischen Erdbeschreibung wird den westlichen Völkern Europa's dargeboten.

Das funfzehnte Jahrhundert gehört zu den seltenen Zeitepochen, in denen alle Geistesbestrebungen einen bestimmten und gemeinsamen Charakter andeuten, die unabänderliche Bewegung nach einem vorgestekten Ziele offenbaren. Die Einheit dieses Strebens, der Erfolg, welcher es gekrönt, die handelnde Thatkraft ganzer Völkermassen geben dem Zeitalter des Columbus, des Sebastian Cabot und Gama Größe und dauernden Glanz. In der Mitte von zwei verschiedenen Bildungsstufen der Menschheit ist das funfzehnte Jahrhundert gleichsam eine Uebergangsepoché, welche beiden, dem Mittelalter und dem Anfang der neueren Zeit, angehört. Es ist die Epoche der größten Entdeckungen im Raume, solcher, die fast alle Breitengrade und alle Höhen der Erdoberfläche umfassen. Wenn dieselbe für die Bewohner Europa's die Werke der Schöpfung verdoppelt hat, so bot sie zugleich der Intelligenz neue und mächtige Anregungsmittel zur Vervollkommnung der Naturwissenschaften in ihren physischen und mathematischen Theilen dar *).

Wie in Alexanders Heerzügen, aber mit noch überwältigenderer Macht, drängte sich jetzt die Welt der Objecte, in den Einzelformen des Wahrnehmbaren wie in dem Zusammenwirken lebendiger Kräfte, dem combinirenden Geiste auf. Die zerstreuenen Bilder sinnlicher Anschauung wurden, trotz ihrer Fülle und Verschiedenartigkeit, allmählig zu einem concreten Ganzen verschmolzen, die irdische Natur in ihrer Allgemeinheit aufgefaßt: eine Frucht wirklicher Beobachtung, nicht nach bloßen Ahnungen, die in wechselnden Gestalten der Phantasie vorschweben. Auch das Himmelsgewölbe entfaltete dem noch immer unbewaffneten Auge neue Gebiete, nie gesehene Sternbilder, einzeln kreisende Nebelwolken. Zu keiner andern Zeit (wir haben es bereits oben bemerkt) ist einem Theile des Menschengeschlechts ein größerer Reichthum von Thatfachen, ein größeres Material zur Begründung der vergleichenden physischen Erdbeschreibung dargeboten worden. Niemals haben aber auch Entdeckungen im Raume, in der materiellen Welt, durch Erweiterung des Gesichtskreises, durch Vervielfältigung der Erzeugnisse und Tauschmittel, durch Colonien von einem Umfange, wie man sie nie gekannt, außerordentlichere Veränderungen in den Sitten, in den Zuständen langer Knechtschaft eines Theils der Menschheit und ihres späten Erwachens zu politischer Freiheit hervorgerufen.

Was in jedem einzelnen Zeitpunkte des Völkerlebens einen wichtigen Fortschritt der Intelligenz bezeichnet, hat seine tiefen Wurzeln in der Reihe vorhergehender Jahrhunderte. Es liegt nicht in der Bestimmung des menschlichen Geschlechts, eine Verfinsterung zu erleiden, die gleichmäßig das ganze Geschlecht ergriffe. Ein erhaltendes Princip nährt den ewigen Lebensproceß der fortschreitenden Vernunft. Die Epoche des Columbus erlangte nur deshalb so schnell die Erfüllung ihrer Bestimmungen, weil befruchtende Keime von einer Reihe hochbegabter Männer ausgestreuet worden waren, die wie ein Lichtstreifen durch das ganze Mittelalter, durch finstere Jahrhunderte hindurchgeht. Ein einziges derselben,

*) Vergl. Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. VIII und XIX.

das dreizehnte, zeigt uns Roger Baco, Nicolaus Scotus, Albert den Großen, Vincentius von Beauvais. Die erweckte Geistesthätigkeit trug bald ihre Früchte in Erweiterung der Erdkunde. Als Diego Ribero im Jahr 1525 von dem geographisch-astronomischen Congress zurückkam, welcher an der Puente de Cayá nahe bei Yelves zur Schlichtung der Streitigkeiten über die Grenze zweier Weltreiche, der portugiesischen und der spanischen Monarchie, gehalten wurde, waren schon die Umrisse des Neuen Continents von dem Feuerlande bis an die Küsten von Labrador verzeichnet. Auf der westlichen Seite, Asien gegenüber, waren die Fortschritte natürlich langsamer. Doch war Rodriguez Cabrillo 1543 schon nördlicher als Monterey vorgebrungen; und wenn auch dieser große und kühne Seefahrer seinen Tod in dem Canal von Santa Barbara bei Neu-Californien fand, so führte der Steuermann der Expedition, Bartholomäus Ferreto, doch die Expedition bis 43° der Breite, wo Vancouver's Vorgebirge Orford liegt. Die wetteifernde Thätigkeit der Spanier, Engländer und Portugiesen, auf einen und denselben Gegenstand gerichtet, war damals so groß, daß ein halbes Jahrhundert genügte, um die äußere Gestalt der Ländermasse in der westlichen Halbkugel, d. h. die Haupttrichtung ihrer Küsten, zu bestimmen.

Wenn die Bekanntschaft der Völker Europa's mit dem westlichen Theile des Erdballes der Hauptgegenstand ist, welchem wir diesen Abschnitt widmen und um welchen sich als folgenreichste Begebenheit so viele Verhältnisse der richtigeren und großartigeren Weltansicht gruppiren, so muß die unbestreitbar erste Entdeckung von Amerika in seinen nördlichen Theilen durch die Normänner von der Wiederauffindung desselben Continents in seinen tropischen Theilen streng geschieden werden. Als noch das Chalisat in Bagdad unter den Abbassiden blühte, wie in Persien die der Poesie so günstige Herrschaft der Samaniden, wurde Amerika um das Jahr 1000 von Leif, dem Sohne Eric's des Rothen, vom Norden her bis zu 41° $\frac{1}{2}$ nördlicher Breite entdeckt *). Der erste, aber zufällige Anstoß zu dieser Begebenheit kam aus Norwegen. Naddob war in der zweiten Hälfte des neunten Jahrhunderts, da er nach den schon früher von den Irländern besuchten Färöern hatte schiffen wollen, durch Sturm nach Island verschlagen. Die erste normännische Ansiedelung daselbst geschah (875) durch Ingolf. Grönland, die östliche Halbinsel einer Ländermasse, welche überall durch Meereswasser vom eigentlichen Amerika getrennt erscheint, wurde frühe gesehen †), aber erst hundert Jahre nachher (983) von Island aus bevölkert. Die Colonisirung von Island, welches Naddob zuerst Schneeland, Snjoland, genannt hatte, führte nun über Grönland in südwestlicher Richtung nach dem Neuen Continent.

Die Färöer und Island muß man als Zwischenstationen, als Anfangspunkte zu Unternehmungen nach dem amerikanischen Scandinavien betrachten. Auf ähnliche Weise hatte die Niederlassung zu Carthago den Tyriern zur Erreichung der Meerenge von Gadeira und des Hafens Tartessus gedient, eben so führte Tartessus dies unternehmende Volk von Station zu Station nach Cerne, dem Gauleon (der Schiffsinsel) der Carthager ‡).

Trotz der Nähe der gegenüberliegenden Küste von Labrador (Helluland it mikla) vergingen doch 125 Jahre von der ersten Ansiedlung der Normänner auf Island bis zu Leif's großer Entdeckung von Amerika. So gering waren die Mittel, welche zur Förderung der Schifffahrt in diesen abgelegenen öden Erdwinkel von einem edeln, kräftigen, aber armen Menschenstamme angewandt werden konnten. Die Küstenstraße Winland, so wegen der von

*) Gesehen wurden Theile von Amerika, aber nicht betreten, schon 14 Jahre vor Leif Ericsson, auf der Schifffahrt, die Bjarne Herjulfsson von Grönland gegen Süden im Jahr 986 unternahm. Dieser sah zuerst das Land in der Insel Nantucket, einen Grad südlich von Boston, dann in Neu-Schottland, und zuletzt in Neufundland, das später Vitla Helluland, nie aber Winland genannt wurde. Der Busen, welcher Neufundland von dem Ausfluß des großen Laurentiusstromes trennt, hieß bei den Normännern, die auf Island und Grön-

land angesiedelt waren, Marklands-Busen. S. Caroli Christiani Rafn Antiquitates Americanas 1845 p. 4, 421, 423 und 463.

†) Gunnbjörn wurde nach den von ihm benannten Gunnbjörns-Scheeren, die Capitän Graab neuerlichst wiederentdeckt, im Jahre 876 oder 877 verschlagen; er hat zuerst die Küste von Grönland gesehen, ohne dort zu landen. (Rafn, Antiquit. Amer. p. 11, 93 und 304.)

‡) Rosmos Buch II. S. 267.

einem Deutschen, Tyrler, dort aufgefundenen wilden Weintrauben genannt, reizte durch Fruchtbarkeit des Bodens und Milde des Klima's in Vergleich mit Island und Grönland. Durch Leif mit dem Namen des guten Winlands (Vinland it goda) bezeichnet, begriff es das Littoral zwischen Boston und Neu-York: also Theile der jetzigen Staaten Massachusetts, Rhode-Island und Connecticut, zwischen den Breitenparallelen von Civita vecchia und Terracina, denen aber hier doch nur die mittleren *) Jahres-Temperaturen von 8°, 8 und 11°, 2 entsprechen. Das war die Hauptansiedelung der Normänner. Die Colonisten hatten oft mit dem recht kriegerischen Stamme der Esquimaux, welcher damals unter dem Namen der Strälinger viel südlicher verbreitet war, zu kämpfen. Der erste grönländische Bischof, Erik Upst, ein Isländer, unternahm 1121 eine christliche Missionsfahrt nach Winland; und der Name des colonisirten Landes ist sogar in alten National-Gesängen bei den Eingeborenen der Färöer aufgefunden worden †).

Von der Thätigkeit und dem kühnen Unternehmungsgeiste der isländischen und grönländischen Abenteurer zeigt der Umstand, daß, nachdem sie sich im Süden bis unter 41° ½ Breite angesiedelt, sie an der Ostküste der Baffinsbai unter der Breite von 72° 55' auf einer der Weiber-Inseln ‡), nordwestlich von der jetzt nördlichsten dänischen Colonie Upernavik, drei Grenzsäulen aufrichteten. Der Runenstein, welchen man im Herbst des Jahres 1824 aufgefunden, enthält nach Rask und Finn Magnusen die Jahrzahl 1135. Von dieser östlichen Küste der Baffinsbai aus besuchten die Ansiedler des Fischfangs wegen sehr regelmäßig den Lancaster-Sund und einen Theil der Barrow-Straße, und zwar mehr denn sechs Jahrhunderte vor den kühnen Unternehmungen von Parry und Ross. Die Localität des Fischfanges ist sehr bestimmt beschrieben, und grönländische Priester aus dem Bisthum Gardar leiteten (1266) die erste Entdeckungsfahrt. Man nannte diese nordwestliche Sommerstation die Krokssjadar-Heide. Es geschieht schon Erwähnung des angeschwemmten (gewiß sibirischen) Treibholzes, welches man dort sammelte, der vielen Wallfische, Phocén, Walrosse und Seebären §).

Ueber den Verkehr des hohen europäischen Nordens, wie über den der Grönländer und Isländer mit dem eigentlichen amerikanischen Continent reichen sichere Nachrichten nur bis in die Mitte des 14ten Jahrhunderts. Noch im Jahr 1347 wurde von Grönland aus ein Schiff nach Markland (Neu-Schottland) gesandt, um Bauholz und andere Bedürfnisse einzusammeln. Auf der Rückreise von Markland wurde das Schiff vom Sturme verslagen und mußte in Straumfjörd im Westen von Island landen. Dies ist die letzte Nachricht von dem normännischen Amerika, welche uns alt-scandinavische Quellen-schriften aufbewahrt haben ¶).

*) Diese amerikanischen Jahres-Temperaturen der östlichen Küste unter den Parallelen von 42° 25' und 41° 15' entsprechen in Europa den Breiten von Berlin und Paris, also Orten, die 8° bis 10° nördlicher liegen. Dazu ist auf der Westküste von Nordamerika die Abnahme der Jahres-Temperatur von niederen zu höheren Breiten so schnell, daß in dem Breiten-Unterschiede von Boston und Philadelphia, welcher 2° 41' beträgt, 1° Breite in der Jahres-Temperatur eine Wärmeabnahme von fast 2° des hunderttheiligen Thermometers hervorbringt, während in dem System der isothermen Linien von Europa die Abnahme der Jahrestemperatur nach meinen Untersuchungen (Asie centrale T. III. p. 227) für denselben Abstand kaum einen halben Grad ausmacht.

†) S. Carmen Faeröicum, in quo Vinlandiae mentio fit (Rask, Antiquit. Amer. p. 320 und 332).

‡) Der Runenstein war auf dem höchsten Punkte der Insel Ringiktorsoak gesetzt, „an dem Sametage vor dem Siegestage“, d. i. vor dem 21. April, einem heidnischen Hauptfeste der alten Scandinavien, das bei der Annahme des Christenthums in ein christliches Fest verwandelt wurde. Rask, Antiquit. Amer. p. 347-

355. Ueber die Zweifel an den Runenzahlen, welche Brynjulfen, Mothne und Klaproth geäußert, s. mein Examen crit. T. II. p. 97—101; doch halten Brynjulfen und Graaf nach anderen Kennzeichen das wichtige Monument der Woman's Islands (wie die zu Jagalliso und Egegit, Br. 60° 51' und 60° 0', gefundenen Runenschriften und die Ruinen von Gebäuden bei Upernavik, Br. 72° 50') bestimmt für dem 11ten und 12ten Jahrhundert angehörig.

§) Rask, Antiquit. Amer. p. 20, 274 und 415—418 (Wilhelmi über Island, Svithramannaland, Grönland und Vinland S. 117—121). — Nach einer sehr alten Saga wurde auch 1194 die nördlichste Ostküste von Grönland unter der Benennung Svallbard in einer Gegend besucht, die dem Storöby-Lande entspricht: nahe dem Punkte, wo mein Freund, der damalige Capitän Sabine seine Penbel-Beobachtungen gemacht und wo ich (73° 16') ein sehr unfreundliches Vorgebirge besah; Rask, Antiquit. Amer. p. 303 und Aperçu de l'ancienne Géographie des régions arctiques de l'Amérique 1847 p. 6.

¶) Wilhelmi a. a. O. S. 226; Rask, Antiquit. Amer. p. 264 und 263. Die Niederlassungen auf der

Wir sind bisher sorgfältig auf historischem Boden geblieben. Durch die kritischen, nicht genug zu lobenden Bemühungen von Christian Rasm und der königlichen Gesellschaft für nordische Alterthumskunde in Kopenhagen sind die Sagas und Urkunden über die Fahrten der Normänner nach Helluland (Neufundland), nach Markland (der Mündung des St. Lorenz-Flusses mit Nova Scotia) und nach Winland (Massachusetts) einzeln abgedruckt und befriedigend commentirt worden *). Die Länge der Fahrt, die Richtung, in der man gefegelt, die Zeit des Aufganges und Unterganges der Sonne sind genau angegeben.

Geringere Gewissheit gewähren noch die Spuren, die man von einer früheren irischen Entdeckung von Amerika, vor dem Jahre 1000, glaubt gefunden zu haben. Die Strärlinger erzählten den in Winland angesiedelten Normännern: weiter in Süden jenseit der Chesapeak-Bai wohnten „weiße Menschen, die in langen weißen Kleidern einhergingen, Stangen, an welche Tücher geheftet seien, vor sich her trügen und mit lauter Stimme riefen.“ Diese Erzählung wurde von den christlichen Normännern auf Processionen gedeutet, in denen man Fahnen trug und sang. In den ältesten Sagas, in den geschichtlichen Erzählungen von Thorfinn Karlsefne und dem isländischen Landnama-Buche sind diese südlichen Küsten zwischen Virginien und Florida durch den Namen des Weißmännerlandes bezeichnet. Sie werden darin bestimmt Groß-Island (Irland it mikla) genannt, und es wird behauptet, sie seien von den Iren bevölkert worden. Nach Zeugnissen, die bis 1064 hinaufreichen, wurde, ehe noch Leif Winland entdeckte, wahrscheinlich schon um das Jahr 982, Ari Marsen, aus dem mächtigen isländischen Geschlechte Ulfs des Schieters, auf einer Fahrt von Island gegen Süden durch Sturm an die Küste des Weißmännerlandes verschlagen, zu demselben als Christ getauft und, da man ihm nicht erlaubte sich zu entfernen, dort von Männern aus den Orkney-Inseln und Island erkannt †).

Die Meinung einiger nordischen Alterthumsforscher ist nun, daß, da in den ältesten isländischen Documenten die ersten Bewohner der Insel „über das Meer gekommene Westmänner“ genannt werden (Ankömmlinge, die sich in Papyli an der Südostküste und auf dem nahe gelegenen kleinen Papar-Eilande niedergelassen), Island zuerst nicht unmittelbar von Europa, sondern von Virginien und Carolina her, d. i. aus Groß-Island (dem amerikanischen Weißmännerlande), von nach Amerika früh verpflanzten Iren bevölkert worden sei. Die wichtige Schrift des irländischen Mönches Dicuil, de Mensura Orbis Terrae, welche um das Jahr 825 verfaßt wurde, also 38 Jahr früher als die Normänner durch Naddod Kenntniß von Island erhielten, bestätigt aber nicht diese Meinung.

Im Norden von Europa haben christliche Anachoreten, im Inneren Asiens fromme

Westküste von Grönland, welche sich bis zur Mitte des 14. Jahrhunderts eines sehr blühenden Zustandes erfreuten, fanden allmählig ihren Untergang durch die verberbliche Einwirkung von Handels-Monopolen; durch die Einfälle der Esquimaux (Sträflinge); durch den schwarzen Tod, welcher nach Sester besonders während der Jahre 1347 bis 1351 den Norden entvölkerte; auch durch den Anfall einer feindlichen Flotte, deren Ausgangspunkt unbekannt geblieben ist. Seitiges Tages glaubt man nicht mehr an die meteorologische Mythe von einer plötzlichen Veränderung des Klima's, von der Bildung eines Eisdammes, welcher die gänzliche Trennung der in Grönland angesiedelten Colonien von ihrem Mutterlande auf einmal soll zur Folge gehabt haben. Da diese Colonien sich nur in der gemäßigten Gegend der Westküste von Grönland befunden haben, so kann ein Bischof von Skatholt nicht im Jahr 1540 auf der Ostküste jenseits der Eismauer „Schäfer gesehen haben, welche ihre Heerden weideten.“ Die Anhäufung der Eismassen an der Island gegenüberliegenden östlichen Küste hängt von der Gestaltung des Landes, der Nachbarschaft einer der Richtung der Küste parallelen, mit Gletschern versehenen Bergkette und der Richtung des Meeresstromes ab. Dieser Zustand der Dinge schreibt

sich nicht von dem Schlusse des 14ten Jahrhunderts oder dem Anfang des 15ten her. Er ist, wie Sir John Barrow sehr richtig entwickelt hat, vielen zufälligen Veränderungen, besonders in den Jahren 1815—1817, ausgesetzt gewesen. (S. Barrow, Voyages of discovery within the Arctic Regions 1846 p. 2—6.) — Papst Nicolaus V. hat noch 1448 einen grönländischen Bischof ernannt.

*) Hauptquellen sind die geschichtlichen Erzählungen von Erik dem Rothem, Thorfinn Karlsefne und Snorre Thorbrandson: wahrscheinlich in Grönland selbst und schon im 12ten Jahrhundert niedergeschrieben, zum Theil von Abkömmlingen in Winland geborener Ansiedler; Rasm, Antiquit. Amer. p. VII, XIV und XVI. Die Sorgfalt, mit welcher die Geschichtstafeln gehalten sind, war so groß, daß man die des Thorfinn Karlsefne, dessen Sohn Snorre Thorbrandson in Amerika geboren war, von 1007 bis zu 1811 herabgeführt hat.

†) Svithramannaland, das Land der weißen Männer. Vergl. die Urkunden in Rasm, Antiquit. Amer. p. 203—206, 211, 446—451 und Wilhelm über Island, Svithramannaland u. s. w. S. 75—81.

Buddhistenmönche unzugängliche Gegenden zu erforschen und der Civilisation zu eröffnen gewußt. Das emsige Bestreben religiöse Dogmen zu verbreiten, hat bald kriegerischen Unternehmungen, bald friedlichen Ideen und Handelsverbindungen den Weg gebahnt. Der den Religionsystemen von Indien, Palästina und Arabien so eigenthümliche, dem Indifferentismus der polytheistischen Griechen und Römer durchaus fremde Eifer hat die Fortschritte der Erdkunde in der ersten Hälfte des Mittelalters belebt. Petronne, der Commentator des Dicuil, hat auf eine scharfsinnige Weise dargethan, daß, seitdem die irländischen Missionare von den Normännern aus den Färöer-Inseln verdrängt waren, sie um das Jahr 795 Island zu besuchen angingen. Die Normänner, als sie Island betraten, fanden daselbst irländische Bücher, Messglocken und andere Gegenstände, welche frühere Ankömmlinge, die Papar genannt werden, dort zurückgelassen hatten. Diese Papar (Väter) aber sind die Clerici des Dicuil*). Gehörten nun, wie man nach seinem Zeugniß vermuthen muß, jene Gegenstände irländischen Mönchen, die aus den Färöer-Inseln kamen, so fragt sich, warum die Mönche (Papar) nach einheimischen Sagen Westmänner, Vestmenn, „von Westen über das Meer gekommene (komnir til vestan um haf)“ genannt wurden? Ueber die Schiffahrt des galischen Häuptlings Madoc, Sohnes des Owen Guinech, nach einem großen westlichen Lande im Jahre 1170 und den Zusammenhang dieser Begebenheit mit dem Groß-Island der isländischen Sagas ist bis jetzt alles in tiefes Dunkel gehüllt. Auch verschwindet nach und nach die Race der Celto-Amerikaner, welche leichtgläubige Reisende in mehreren Theilen der Vereinigten Staaten wollten gefunden haben; sie verschwindet, seitdem eine ernste, auf grammatische Formen und organischen Bau, nicht auf zufällige Lautähnlichkeiten, gegründete Sprachvergleichung eingeführt ist†).

Daß diese erste Entdeckung von Amerika in oder vor dem 11ten Jahrhundert nichts großes und bleibendes zu Erweiterung der physischen Weltanschauung schaffen konnte, wie

*) Petronne, Recherches géogr. et crit. sur le livre de Mensura Orbis terrae, composé en Irlande par Dicuil 1814 p. 129—146. Vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 87—91.

†) Was schon seit Raleigh's Zeiten über rein celtsch sprechende Eingeborene von Virginien gefabelt worden ist, wie man dort den galischen Gruß hao, hui, iach zu hören geglaubt; wie Owen Chapelain 1669 sich aus den Händen der Tuscuaroras, welche ihn scalpiren wollten, rettete, „weil er sie in seiner galischen Muttersprache anredete,“ habe ich in einer Beilage zu dem neunten Buche meiner Reise zusammengetragen (Relation historique T. III. 1825 p. 159). Die Tuscuaroren in Nord-Carolina sind aber, wie man jetzt bestimmt nach Sprachuntersuchungen weiß, ein Troquesen-Stamm; s. Albert Gallatin on Indian tribes in der Archaeologia Americana Vol. II. (1836) p. 23 und 57. Eine beträchtliche Sammlung von Tuscuarora-Wörtern giebt Catlin, einer der vorzüglichsten Sittenbeobachter, welche je unter den amerikanischen Eingeborenen gelebt. Er ist aber doch geneigt, die weißliche, oft blaueaugige Nation der Tuscuaroren für ein Mißgeßel von alten Wälschen und amerikanischen Ureinwohnern zu halten. S. seine Letters and Notes on the manners, customs and condition of the North American Indians 1841 Vol. I. p. 207, Vol. II. p. 259 und 262—265; eine andere Sammlung von Tuscuarora-Wörtern findet sich in den handschriftlichen Spracharbeiten meines Bruders auf der königl. Bibliothek zu Berlin. „Comme la structure des idiomes américains paraît singulièrement bizarre aux différens peuples qui parlent les langues modernes de l'Europe occidentale et se laissent facilement tromper par de fortuites analogies de quelques sons, les théologiens ont cru généralement y voir de l'hébreu, les colons espagnols du Paraguay, les colons anglais ou français du galles, de l'irlandais ou du bas-breton. — J'ai rencontré un jour, sur les côtes du Pérou, un officier de la

marine espagnole et un baleinier anglais, dont l'un prétendait avoir entendu parler basque à Tahiti, et l'autre gale-irlandais aux îles Sandwich.“ Sumbolbt, Voyage aux Régions équinoxiales, Relat. hist. T. III. 1825 p. 160. Wenn aber auch bisher kein Zusammenhang der Sprachen erwiesen worden ist, so will ich doch auf keine Weise in Abrede stellen, daß die Basen und die Wölfer celtschen Ursprungs von Irland und Wales, die früher an den entlegenen Küsten mit Fischfang beschäftigt waren, im nördlichen Theile des atlantischen Meeres beständige Nebenbuhler der Scandinavier gewesen, ja daß auf den Färöer-Inseln und Island die Irländer den Scandinaviern zuvorgekommen sind. Es ist sehr zu wünschen, daß in unseren Tagen, wo eine gesunde Kritik zwar strenge geübt wird, aber keinen verschmähenden Charakter annimmt, die alten Untersuchungen von Povel und Richard Sahlbult (Voyages and Navigations Vol. III. p. 4) in England und Irland selbst wieder aufgenommen werden mögen. Ist es gegründet, daß Madoc's Irrfahrt 15 Jahre vor der Entdeckung durch Columbus in dem Gedichte des wälischen Sängers Meredith verberichtet wurde? Ich theile nicht den wegwerfenden Sinn, mit welchem nur zu oft Volks-Überlieferungen verbunkelt werden; ich lebe vielmehr der festen Ueberzeugung, daß mit mehr Emsigkeit und mehr Ausdauer viele der geschichtlichen Probleme, welche sich auf die Seefahrten im frühesten Mittelalter, auf die auffallende Uebereinstimmung in religiösen Ueberlieferungen, Zeiteinteilung und Werken der Kunst in Amerika und dem östlichen Asien, auf die Wanderungen der mexicanischen Völker, auf jene alten Mittelpunkte aufblühender Civilisation in Asien, Quivira und der oberen Luisiana, so wie in den Hoch-ebenen von Cundinamarca und Peru beziehen, eines Tages durch Entdeckungen von Thatsachen werden aufgeklärt werden, die uns bisher gänzlich unbekannt geblieben sind. S. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. du Nouveau Continent T. II. p. 142—149.

es das Wiederauffinden desselben Continents durch Columbus am Ende des 15ten Jahrhunderts hervorbrachte, ergibt sich aus dem Zustande der Uncultur des Volksstammes, welcher die erste Entdeckung machte, und aus der Natur der Gegenden, auf welche dieselbe beschränkt blieb. Durch keine wissenschaftliche Kenntniß waren die Scandinarvior vorbereitet, um, über die Befriedigung des nächsten Bedürfnisses hinaus, die Länder, in denen sie sich angesiedelt, zu durchforschen. Als das eigentliche Mutterland jener neuen Colonien waren Grönland und Island zu betrachten, Regionen, in denen der Mensch alle Beschwerden eines unwirthbaren Klima's zu bekämpfen hatte. Der wunderbar organisirte isländische Freistaat erhielt allerdings seine Selbstständigkeit viertelhalb hundert Jahre lang, bis die bürgerliche Freiheit unterging und das Land sich dem norwegischen König Hakon VI. unterwarf. Die Blüthe der isländischen Literatur, die Geschichtsschreibung, die Auffammlung der Sagas und der Edda-Lieder bezeichnen das 12te und 13te Jahrhundert.

Es ist eine merkwürdige Erscheinung in der Culturgeschichte der Völker, den Nationalstolz der ältesten Ueberlieferungen des europäischen Nordens, durch Unruhen in der Heimath gefährdet und nach Island übergetragen, dort sorgsam gepflegt und für die Nachwelt gerettet zu sehen. Diese Rettung, die entfernte Folge von Ingolf's erster Ansiedelung auf Island (875), ist eine wichtige Begebenheit in den Kreisen der Dichtung und schaffender Einbildungskraft in der formlosen Nebelwelt scandinavischer Mythen und sinnbildlicher Cosmogonien geworden. Nur das Naturwissen gewann keine Erweiterung. Reisende Isländer besuchten allerdings die Lehranstalten Deutschlands und Italiens; aber die Entdeckungen der Grönländer im Süden, der geringe Verkehr mit Winland, dessen Vegetation keinen merkwürdig eigenthümlichen physiognomischen Charakter darbot, zogen Ansiedler und Seefahrer so wenig von ihrem ganz europäischen Interesse ab, daß sich unter den Culturvölkern des südlichen Europa's keine Nachricht von jenen neuangesiedelten Ländern verbreitete. Ja in Island selbst scheint eine solche Nachricht nicht einmal zu den Ohren des großen genuesischen Seefahrers gelangt zu sein. Island und Grönland waren nämlich damals schon über zwei Jahrhunderte von einander getrennt, da Grönland 1261 seine republicanische Verfassung verloren hatte und ihm, als Krongut Norwegens, aller Verkehr mit Fremden und auch mit Island förmlich untersagt wurde. Christoph Columbus erzählt in seiner so selten gewordenen Schrift „über die fünf bewohnbaren Erdzonen,“ daß er im Monat Februar 1477 Island besuchte, „wo damals das Meer nicht mit Eis bedeckt war*)“ und das von vielen Kaufleuten von Bristol besucht wurde.“ Hätte er dort von der alten Colonisation eines gegenüberliegenden ausgedehnten zusammenhängenden Landstriches, von Helluland it mikla, Markland und dem „guten Winland“ reden hören, hätte er diese Kenntniß eines nahen Continents mit dem Projecten in Verbindung gesetzt, welche ihn schon seit 1470 und 1473 beschäftigten; so würde in dem berühmten erst 1517 beendigten Proceß über das Verdienst der ersten Entdeckung um so mehr von der Reise nach Thyle (Island) die Rede gewesen sein, als der argwöhnische Fiscal selbst einer Seekarte (mappamundo) erwähnt, die Martin Alonso Pinzon in Rom gesehen hatte und auf der der Neue Continent soll abgebildet gewesen sein. Wenn Columbus ein Land hätte auffuchen wollen, von dem er in Island Kenntniß erhalten, so würde er gewiß nicht auf seiner ersten Entdeckungsreise von den canarischen Inseln aus in südwestlicher Richtung gesteuert haben.

*) Während dieser Umstand des mangelnden Eises im Februar 1477 als ein Beweis angeführt wurde, daß die Insel Thyle des Columbus nicht Island sein könne, hat Finn Magnusen aus alten Urkunden aufgefunden, daß bis zum März 1477 das nördliche Island keinen Schnee hatte und daß im Februar desselben Jahres die südliche Küste frei von Eis war; Examen crit. T. I. p. 105, T. V. p. 213. Sehr merkwürdig ist, daß Columbus in demselben Tratado de las cinco zonas habitables einer südlicheren Insel Frislanda erwähnt: ein Name, der in den, meist für fabelhaft gehaltenen

Reisen der Gebrüder Zeni (1388–1404) eine große Rolle spielt, aber auf den Carten von Andrea Bianco (1436) wie auf der des Fra Mauro (1457–1470) fehlt. Vergl. Examen crit. T. II. p. 114–126.) Columbus kann die Reisen der Fratelli Zeni nicht gekannt haben, da sie der venetianischen Familie selbst bis zum Jahre 1558 unbekannt blieben, in welchem Marcolini, 52 Jahre nach dem Tode des großen Admirals, sie zuerst herausgab. Woher kommt des Admirals Bekanntschaft mit dem Namen Frislanda?

Zwischen Bergen und Grönland gab es aber noch Handelsverbindungen bis 1484, also bis sieben Jahre nach des Columbus Reise nach Island.

Ganz verschieden von der ersten Entdeckung des neuen Continents im 11ten Jahrhundert ist durch ihre weltgeschichtlichen Folgen, durch ihren Einfluß auf die Erweiterung physischer Weltanschauung die Wiederauffindung dieses Continents durch Christoph Columbus, die Entdeckung der Tropenländer von Amerika geworden. Wenn auch der Seefahrer, welcher am Ende des 15ten Jahrhunderts das große Unternehmen leitete, keinesweges die Absicht hatte, einen neuen Welttheil zu entdecken, wenn es auch entschieden ist, daß Columbus und Amerigo Vespucci in der festen Ueberzeugung *) gestorben sind, sie hätten blos Theile des östlichen Asiens berührt; so hat die Expedition doch ganz den Charakter der Ausführung eines nach wissenschaftlichen Combinationen entworfenen Planes gehabt. Es wurde sicher geschifft nach Westen, durch die Pforte, welche die Tyrier und Coläus von Samos geöffnet, durch das „unermessliche Dunkelmeer“ (mare tenebrosum) der arabischen Geographen. Man strebte nach einem Ziele, dessen Abstand man zu kennen glaubte. Die Schiffer wurden nicht zufällig verschlagen, wie Naddod und Gardar nach Island, wie Gunnbjörn, der Sohn von Ulf Kraka, nach Grönland. Auch wurde der Entdecker nicht durch Zwischenstationen geleitet. Der große Nürnberger Cosmograph Martin Behaim, welcher den Portugiesen Diego Cam auf seinen wichtigen Expeditionen nach der Westküste von Afrika begleitet hatte, lebte vier Jahre, von 1486 bis 1490, auf den Azoren; und nicht von diesen Inseln aus, welche zwischen den iberischen Küsten und der Küste Pennsylvaniens in $\frac{3}{5}$ Entfernung von der letzteren liegen, wurde Amerika entdeckt. Das Vorfällige der That ist dichterisch schön in den Stanzas des Tasso gefeiert. Er singt von dem, was Hercules nicht wagte:

Non osò di tentar l'alto Oceano:
 Segnò le mete, e'n troppo brevi chiostri
 L'ardir ristrinse dell' ingegno umano —
 Tempo verrà che fian d'Ercole i segni
 Favola vilo ai naviganti industri —
 Un uom della Liguria avrà ardimento
 All' incognito corso esporsi in prima —

Tasso XV st. 25, 30 und 31.

Und doch weiß von diesem „uom della Liguria“ der große portugiesische Geschichtsschreiber Johann Barros †), dessen erste Decade 1552 erschienen ist, nicht mehr zu sagen, als daß er ein eitler phantastischer Schwärmer gewesen sei (homem fallador, e glorioso em mostrar suas habilidades, e mais fantastico, e de imaginações com sua Ilha Cypango). So hat durch alle Jahrhunderte, durch alle Abstufungen der errungenen Civilisation hindurch Nationalhaß den Glanz ruhmvoller Namen zu verbunkeln gestrebt.

*) S. die Beweise, die ich aus sicheren Documenten gesammelt habe, für Columbus im Examen crit. T. IV. p. 233, 260 und 261, für Vespucci T. V. p. 182–185. Columbus war dergestalt mit der Idee erfüllt, daß Cuba Theil des Continents von Asien, ja das südliche Katal (die Provinz Mango) sei, daß er am 12. Junius 1494 die ganze Mannschaft seines Geschwaders (etwa 80 Matrosen) schwören ließ, „sie seien davon überzeugt, man könne von Cuba nach Spanien zu Lande gehen (que esta tierra de Cuba fuese la tierra firme al comienzo de las Indias y fin á quien en estas partes quisiere venir de Espana por tierra)“; wer von denen, „welche es jetzt beschwören, einst das Gegentheil zu behaupten wagte, würde den Meineid mit 100 Sieben und dem Ausreißen der Zunge zu büßen haben. (S. Informacion del escribano publico Fernando Perez de Luna in Navarrete, Viages y descubrimientos de los Espanoles T. II. p. 143–149.) Als Columbus auf der ersten Expedition sich der Insel Cuba nähert, glaubt er sich gegenüber den chinesischen Handelsplätzen Saitun und Quinsay (y es cierto, dice el Almirante, questa es la tierra firme y que estoy, dice él, ante Zayto y

Guinsay). „Er will die Briefe der catholischen Monarchen an den großen Mongolen-Chan (Gran Can) in Khatai abgeben, und wenn er so den ihm gegebenen Auftrag erfüllt, sogleich nach Spanien (aber zur See) zurückkehren. Später sendet er einen getauften Juden, Luis de Torres, ans Land, weil dieser Hebräisch, Chaldäisch und etwas Arabisch versteht,“ was in den asiatischen Handelsstädten gebräuchliche Sprachen sind. (S. das Reisejournal des Columbus von 1492 in Navarrete, Viages y descubrim. T. I. p. 37, 44 und 46.) Noch 1533 behauptet der Astronom Schöner, daß die ganze sogenannte Neue Welt ein Theil von Asien (superioris Indiae) ist und daß die von Cortes eroberte Stadt Mexico (Temisitan) nichts anderes sei als die chinesische, von Marco Polo so übermäßig gerühmte Handelsstadt Quinsay. S. Joannis Schoneri Carlostadii Opusculum geographicum, Norimb. 1533, Pars II. cap. 1–20.)

†) Da Asia de João de Barros e de Diogo de Couto Dec. I. liv. III cap. 11 (Parte I. Lisboa 1778 p. 250).

Die Entdeckung der Tropenländer von Amerika durch Christoph Columbus, Alonso de Hojeda und Alvarez Cabral kann in der Geschichte der Weltanschauung nicht als eine isolirte Begebenheit betrachtet werden. Ihr Einfluß auf die Erweiterung des physischen Wissens und auf die Bereicherung der Ideenwelt im allgemeinen wird nur dann richtig aufgefaßt, wenn man einen flüchtigen Blick auf diejenigen Jahrhunderte wirft, welche das Zeitalter der großen nautischen Unternehmungen von dem der Blüthe wissenschaftlicher Kultur unter den Arabern trennen. Was der Aera des Columbus ihren eigenthümlichen Charakter gab, den eines ununterbrochenen und gelingenden Strebens nach Entdeckungen im Raume, nach erweiterter Erdkenntniß, wurde langsam und auf vielfachen Wegen vorbereitet. Es wurde es durch eine kleine Zahl kühner Männer, welche früher auftraten und gleichzeitig zu allgemeiner Freiheit des Selbstdenkens wie zum Erforschen einzelner Naturerscheinungen anregten; durch den Einfluß, welchen auf die tiefsten Quellen des geistigen Lebens ausübte die in Italien erneuerte Bekanntschaft mit den Werken der griechischen Literatur und die Erfindung einer Kunst, die dem Gedanken Flügel und lange Dauer verlieh; durch die erweiterte Kenntniß des östlichen Asiens, welche Mönchsgesandtschaften an die Mongolen-Fürsten und reisende Kaufleute unter die weltverkehrenden Nationen des südwestlichen Europa's verbreiteten, unter solche, denen ein kürzerer Weg nach den Gewürzländern ein Gegenstand der eifrigsten Wünsche war. Zu den hier genannten Anregungsmitteln gesellen sich noch, was die Befriedigung jener Wünsche gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts am meisten erleichterte, die Fortschritte der Schiffahrtskunde, die allmälige Vervollkommenung der nautischen Instrumente, der magnetischen wie der astronomisch messenden, endlich die Anwendung gewisser Methoden zur Ortsbestimmung des Schiffes und der allgemeinere Gebrauch der Sonnen- und Mond-Ephemeriden des Regiomontanus.

Ohne, was diesen Blättern fremd bleiben muß, auf das Einzelne in der Geschichte der Wissenschaften einzugehen, nennen wir nur unter den Menschen, welche die Epoche von Columbus und Gama vorbereitet haben, drei große Namen: Albertus Magnus, Roger Baco und Vincenz von Beauvais. Sie sind hier der Zeitfolge nach aufgeführt; denn der wichtigere, mehrumfassende, geistreichere ist Roger Baco, ein Franciscaner-Mönch auschester, der sich zu Oxford und Paris für die Wissenschaften ausbildete. Alle drei sind ihrem Zeitalter vorangeeilt und haben mächtig auf dasselbe eingewirkt. In den langen, meist unfruchtbaren Kämpfen dialectischer Speculationen und des logischen Dogmatismus einer Philosophie, die man mit dem unbestimmten, vieldeutigen Namen der scholastischen belegt hat, läßt sich der wohlthätige Einfluß, man könnte sagen die Nachwirkung der Araber nicht verkennen. Die Eigenthümlichkeit ihres Rationalcharakters, die wir im vorigen Abschnitt geschildert, ihr Hang zum Verkehr mit der Natur hatte den neu übersehten Schriften des Aristoteles eine Verbreitung verschafft, welche mit der Vorliebe und der Begründung der Erfahrungswissenschaften auf das innigste zusammenhing. Bis an das Ende des 12ten und den Anfang des 13ten Jahrhunderts herrschten mißverständene Lehren der platonischen Philosophie in den Schulen. Schon die Kirchenväter *) glaubten in denselben die Vorbilder zu ihren eigenen religiösen Anschauungen zu finden. Viele der symbolisirenden physischen Phantasien des Timäus wurden mit Begeisterung aufgenommen, und durch christliche Autorität lebten wieder verworrene Ideen über den Kosmos auf, deren Richtigkeit die mathematische Schule der Alexandriner längst erwiesen hatte. So pflanzten sich von Augustinus an bis Alcuin, Johannes Scotus und Bernhard von Chartres tief in das Mittelalter hinab, unter wechselnden Formen, die Herrschaft des Platonismus oder richtiger zu sagen neu-platonische Anflänge fort †).

*) Jourdain, Rech. crit. sur les traductions d'Aristote p. 230, 234 und 421-423; Petronne, des opinions cosmographiques des Peres de l'Eglise, rapprochées des doctrines philosophiques de

la Grèce, in der Revue des deux Mondes 1834 T. I. p. 632.

†) Friedrich von Raumer über die Philosophie des dreizehnten Jahrhunderts, in seinem Hist. Taschenbuche

Als nun, diese verdrängend, die aristotelische Philosophie den entschiedensten Einfluß auf die Bewegungen des Geistes gewann, war es in zwei Richtungen zugleich: in den Forschungen der speculativen Philosophie und in der philosophischen Bearbeitung des empirischen Naturwissens. Die erste dieser Richtungen, wenn sie auch dem Gegenstande meiner Schrift entfernter zu liegen scheint, darf hier schon deshalb nicht unberührt bleiben, weil sie mitten in der Zeit dialectischer Scholastik einige edle, hochbegabte Männer zum freien Selbstdenken in den verschiedenartigsten Gebieten des Wissens antrieb. Eine großartige physische Weltanschauung bedarf nicht blos der reichen Fülle der Beobachtungen, als Substrats der Verallgemeinerung der Ideen; sie bedarf auch der vorbereitenden Kräftigung der Gemüther, um in den ewigen Kämpfen zwischen Wissen und Glauben nicht vor den drohenden Gestalten zurückzufahren, die bis in die neuere Zeit an den Eingängen zu gewissen Regionen der Erfahrungswissenschaft auftreten und diese Eingänge zu versperren trachten. Man darf nicht trennen, was in dem Entwicklungsgange der Menschheit gleichmäßig belebt hat das Gefühl der Berechtigung zur intellectuellen Freiheit und das lange unbefriedigte Streben nach Entdeckungen in fernen Räumen. Jene freien Selbstdenker bildeten eine Reihe, welche im Mittelalter mit Duns Scotus, Wilhelm von Occam und Nicolaus von Cusa anhebt und durch Ramus, Campanella und Giordano Bruno bis zu Descartes leitet *).

Die unübersteiglich scheinende „Kluft zwischen dem Denken und dem Sein, die Beziehungen zwischen der erkennenden Seele und dem erkannten Gegenstande“ trennten die Dialectiker in jene zwei berühmten Schulen der Realisten und Nominalisten. Des fast vergessenen Kampfes dieser mittelalterlichen Schulen muß hier gedacht werden, weil er einen wesentlichen Einfluß auf die endliche Begründung der Erfahrungswissenschaften ausgeübt hat. Die Nominalisten, welche den allgemeinen Begriffen nur ein subjectives Dasein in dem menschlichen Vorstellungsvermögen zugestanden, wurden nach vielen Schwankungen zuletzt im 14ten und 15ten Jahrhundert die siegreiche Parthei. Bei ihrer größeren Abneigung vor leeren Abstractionen drangen sie zuerst auf die Nothwendigkeit der Erfahrung, auf die Vermehrung der sinnlichen Grundlage der Erkenntniß. Eine solche Richtung wirkte wenigstens mittelbar auf die Bearbeitung des empirischen Naturwissens; aber auch schon da, wo sich nur noch realistische Ansichten geltend machten, hatte die Bekanntschaft mit der Literatur der Araber Liebe zum Naturwissen, in glücklichen Kampfe mit der alles absorbirenden Theologie, verbreitet. So sehen wir in den verschiedenen Perioden des Mittelalters, dem man vielleicht eine zu große Charakter-Einheit zuschreiben gewohnt ist, auf ganz verschiedenen Wegen, auf rein ideellen und empirischen, das große Werk der Entdeckungen im Erdraume und die Möglichkeit ihrer glücklichen Benützung zur Erweiterung des kosmischen Ideenkreises sich allmählig vorbereiten.

Unter den gelehrten Arabern war das Naturwissen eng an Arzneikunde und Philosophie, im christlichen Mittelalter war es neben der Philosophie an die theologische Dogmatik geknüpft. Die letztere, ihrer Natur nach zur Alleinherrschaft strebend, bedrängte die empirische Forschung in den Gebieten der Physik, der organischen Morphologie und der meist mit Astrologie verschwisterten Sternkunde. Das von den Arabern und jüdischen Rabbinern †) überkommene Studium des allumfassenden Aristoteles hatte aber die Richtung nach einer philosophischen Verschmelzung aller Disciplinen hervorgerufen; daher galten Ibn-Sina (Avicenna) und Ibn-Roschd (Averroes); Albertus Magnus und Roger Bacon für die

1840 S. 468. Ueber die Neigung zum Platonismus im Mittelalter und den Kampf der Schulen s. Heinrich Ritter, Gesch. der christl. Philosophie Th. II. S. 159, Th. III. S. 131–160 und 381–417.

*) Cousin, Cours de l'hist. de la Philosophie T. I. 1829 p. 360 und 389–436; Fragmens de Philosophie Cartésienne p. 8–12 und 403. Vergl. auch

die neue geistreiche Schrift von Christian Bartholmæß: Jordano Bruno 1847 T. I. p. 308, T. II. p. 409–416.

†) Joubert sur les trad. d'Aristote p. 226; Michael Sachs, die religiöse Poesie der Juden in Spanien 1845 S. 180–200.

Repräsentanten des ganzen menschlichen Wissens ihrer Zeit. Der Ruhm, welcher im Mittelalter ihre Namen umstrahlte, läßt sich diesem allgemein verbreiteten Glauben bemessen.

Albert der Große, aus dem Geschlechte der Grafen von Bollstädt, muß auch als Selbstbeobachter in dem Gebiete der zerlegenden Chemie genannt werden. Seine Hoffnungen waren freilich auf die Umwandlung der Metalle gerichtet; aber, um sie zu erfüllen, vervollkommnete er nicht bloß die praktischen Handgriffe in Behandlung der Erze, er vermehrte auch die Einsicht in die allgemeine Wirkungsart der chemischen Naturkräfte. Ueber den organischen Bau und die Pflanzen-Physiologie enthalten seine Werke einzelne überaus scharfsinnige Bemerkungen. Er kannte den Schlaf der Pflanzen, das periodische sich Öffnen und Schließen der Blumen, die Verminderung des Saftes durch Verdunstung aus der Oberhaut der Blätter, den Einfluß der Theilung der Gefäßbündel auf die Ausschnitte des Blattrandes. Er commentirte alle physikalischen Schriften des Stagiriten, doch die Thiergeschichte nur nach der lateinischen Uebersetzung des Michael Scotos aus dem Arabischen. *) Ein Werk Alberts des Großen, welches den Titel führt: *liber cosmographicus de natura locorum*, ist eine Art physischer Geographie. Ich habe darin Betrachtungen aufgefunden über die gleichzeitige Abhängigkeit der Klimate von der Breite und der Höhe des Orts, wie über die Wirkung des verschiedenen Einfallswinkels der Sonnenstrahlen auf Erwärmung des Bodens, die mich sehr überrascht haben. Daß Albert von Dante gefeiert worden ist, verdankt er vielleicht nicht so sehr sich selbst als seinem geliebten Schüler, dem heiligen Thomas von Aquino, welchen er 1245 von Cöln nach Paris und 1248 nach Deutschland zurückführte;

Questi, che m'è a destra più vicino,
Frate e maestro fummi; ed esso Alberto
E' di Cologna, ed io Thomas d' Aquino.

Il Paradiso X, 97-99.

In dem, was unmittelbar auf die Erweiterung der Naturwissenschaften gewirkt hat, auf ihre Begründung durch Mathematik und durch das Hervorrufen von Erscheinungen auf dem Wege des Experiments, ist Alberts von Bollstädt Zeitgenosse Roger Bacon die wichtigste Erscheinung des Mittelalters gewesen. Beide Männer füllen fast das ganze dreizehnte Jahrhundert aus; aber dem Roger Bacon gehört der Ruhm, daß der Einfluß, welchen er auf die Form und Behandlung des Naturstudiums ausgeübt hat, wohlthätiger und dauernd wirksamer gewesen ist als das, was man ihm von eigenen Erfindungen mit mehr oder minderem Rechte zugeschrieben hat. Zum Selbstdenken erweckend, rügte er streng den blinden Autoritätsglauben der Schule; doch, weit davon entfernt, sich nicht um das zu kümmern, was das griechische Alterthum erforscht, pries er gleichzeitig gründliche Sprachkunde †), Anwendung der Mathematik und die *Scientia experimentalis*, der er einen eigenen Abschnitt des *Opus majus* gewidmet hat ‡). Von Einem Papste (Clemens IV.) ge-

*) Das größere Verdienst in Bearbeitung der Thiergeschichte gehört dem Kaiser Friedrich II. Man verdankt ihm wichtige eigene Beobachtungen über die innere Structur der Vögel. (S. Schneider in *Reliquia librorum Friderici II. imperatoris de arte venandi cum avibus* T. I. 1788 in der Vorrede.) Auch Cuvier nennt den Hohenstaufen den „ersten selbstarbeitenden Zoologen des scholastischen Mittelalters.“ — Ueber Alberts des Großen richtige Ansicht von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdboden unter verschiedenen Breiten und nach Verschiedenheit der Jahreszeiten s. dessen *liber cosmographicus de natura locorum*, Argent. 1515, fol. 14, b und 23, a (Examen orit. T. I. p. 54-58). Bei eigenen Beobachtungen zeigt sich aber doch leider in Albertus Magnus oft die Unkritik seines Zeitalters. Er glaubt zu wissen, daß, „sich Krogen auf gutem Boden in Weizen verwandelt; daß aus einem abgeholtznen Buchenwalde durch Kältniß ein Birkenwald entsteht; daß aus Eichenweigen, die man in die Erde steckt, Weinreben entstehen.“ (Vergl. auch Ernst Meyer über die

Botanik des 13ten Jahrhunderts in der *Linnaea* Bd. X. 1836 S. 719.)

†) So viele Stellen des *Opus majus* sprechen für die Achtung, welche Roger Bacon dem griechischen Alterthum zollte, daß man, wie schon Jourdain (p. 429) bemerkt hat, den in einem Briefe an den Papst Clemens IV. geäußerten Wunsch, „die Bücher des Aristoteles zu verbrennen, um die Verbreitung der Erbkümmern unter den Schülern zu verhindern,“ nur auf die schlechten lateinischen Uebersetzungen aus dem Arabischen deuten kann.

‡) *Scientia experimentalis a vulgo studentium penitus ignorata; duo tamen sunt modi cognoscendi, scilicet per argumentum et experientiam* (der ideelle Weg und der des Experiments). *Sine experientia nihil sufficienter sciri potest. Argumentum concludit, sed non certificat, neque remouet dubitationem, ut quiescat animus in intuitu veritatis, nisi eam inueniat via experientiae.* (*Opus majus* Pars VI cap. 1.) Ich habe alle Stellen, die sich auf die physischen Kenntnisse und Erfindungsvorschläge des Roger

schützt und begünstigt, von zwei anderen (Nicolaus III. und IV.) der Magie beschuldigt und eingekerkert, hatte er die wechselnden Schwicksale der großen Geister aller Zeiten. Er kannte die Optik des Ptolemäus*) und des Almagest. Da er den Hipparch immer, wie die Araber, Albraxis nennt, so darf man schließen, daß auch er sich nur einer aus dem Arabischen herstammenden lateinischen Uebersetzung bediente. Neben Bacon's chemischen Versuchen über brennbare explosirende Mischungen sind seine theoretisch-optischen Arbeiten über die Perspective und die Lage des Brennpunktes bei Hohlspiegeln am wichtigsten. Sein gedankenvolles Großes Werk enthält Vorschläge und Entwürfe zu möglicher Ausführung, nicht deutliche Spuren gelungener optischer Erfindungen. Diese des mathematischen Wissens ist ihm nicht zuzuschreiben. Was ihn charakterisirt, ist vielmehr eine gewisse Lebhaftigkeit der Phantasie, deren ungemessene Aufregung bei den Mönchen des Mittelalters in ihren naturphilosophischen Richtungen durch den Eindruck so vieler unerklärter, großer Naturerscheinungen wie durch langes, angstvolles Spähen nach Lösung geheimnißvoller Probleme krankhaft erhöht wurde.

Die durch das Kostspielige des Abschreibens vermehrte Schwierigkeit, vor Erfindung des Bucherdrucks eine große Zahl einzelner Handschriften zu sammeln, erzeugte im Mittelalter, als der Ideenkreis sich seit dem 13ten Jahrhunderte wieder zu erweitern anfang, eine große Vorliebe für encyclopädische Werke. Diese verdienen hier eine besondere Beachtung, weil sie zu Verallgemeinerung der Ansichten führten. Es erschienen, meist auf einander gegründet, die zwanzig Bücher der rerum natura von Thomas Cantimpratus, Professor in Löwen (1230); der Naturspiegel (Speculum naturale), welchen Vincenz von Beauvais (Bellaracensis) für den heiligen Ludwig und dessen Gemahlin Margarethe von Provence schrieb (1250); das Buch der Natur von Conrad von Meyenberg, Priester zu Regensburg (1349); und das Weltbild (Imago mundi) des Cardinals Petrus de Alliaco, Bischofs von Cambray (1410). Diese Encyclopädien waren die Vorläufer der großen Margarita philosophica des Pater Reisch, deren erste Ausgabe 1486 erschien und welche ein halbes Jahrhundert lang die Verbreitung des Wissens auf eine merkwürdige Weise befördert hat. Bei dem Weltbilde (der Weltbeschreibung) des Cardinals Alliaco (Pierre d'Allie) müssen wir hier noch besonders verweilen. Ich habe an einem anderen Orte erwiesen, daß das Buch Imago mundi mehr Einfluß auf die Entdeckung von Amerika als der Briefwechsel mit dem gelehrten Florentiner Locanelli ausgeübt hat†). Alles, was Christoph Columbus von den griechischen und römischen Schriftstellern wußte, alle Stellen des Aristoteles, des Strabo und des Seneca über die Nähe des östlichen Asiens zu den Hercules-Säulen, welche, wie der Sohn Don Fernando sagt, den Vater hauptsächlich anregten, die indischen Länder zu entdecken (autoridad de los escritores para mover al Almirante á descubrir las Indias), schöpfte der Admiral aus den Schriften des Cardinals. Er hatte sie bei sich auf seinen Reisen; denn in einem Briefe, den er im Monat October 1498 von der Insel Haiti an die spanischen Monarchen schrieb, übersetzt er wörtlich eine Stelle aus des Alliaco Abhandlung de quantitate terrae habitabilis, welche ihm den

Bacon beziehen, zusammengetragen im Examen crit. de l'histoire de la Géogr. T. II. p. 295–299. Vergl. auch Hume II, die Philosophy of the inductive Sciences Vol. II. p. 323–337.

*) S. Rosmos Buch II. S. 291. Ich finde die Optik des Ptolemäus citirt im Opus majus (ed. Jebb, Lond. 1733. p. 79, 288 und 404. Daß die aus Abzügen geköpfte Kenntniß von der vergrößernden Kraft von Kugelsegmenten den Bacon wirklich veranlaßt habe, Brillen (Augengläser) zu construiren, wird mit Recht geläugnet (Wilke, Geschichte der Optik Th. I. S. 92–96); die Erfindung soll schon 1299 bekannt gewesen sein aber dem Florentiner Salvino degli Armati gehören, welcher 1317 in der Kirche Santa Maria Maggiore zu Florenz begraben wurde. Wenn Roger Bacon, der

das Opus majus 1267 vollendete, von Instrumenten spricht, durch welche kleine Buchstaben groß erscheinen, utiles rebus habentibus oculos debiles, so beweisen seine Worte und die thatsächlich irrigen Betrachtungen, die er hinzufügt, daß er nicht selbst ausgeführt haben kann, was ihm als etwas Mögliches dunkel vor der Seele schwebte.

†) S. mein Examen crit. T. I. p. 61, 64–70, 96–108; T. II. p. 349: „Il existe aussi de Pierre d'Ailly, que Don Fernando Colon nomme toujours Pedro de Helico, cinq mémoires de Concordantia astronomiae cum theologia. Ils rappellent quelques essais très-modernes de Géologie hébraïsante publiés 400 ans après le Cardinal.“

tiefften Eindruck gemacht hatte. Er wußte wahrscheinlich nicht, daß Aliacus auch von seiner Seite ein anderes, früheres Buch, das Opus majus des Roger Bacon, wörtlich ausgeschrieben hatte *). Sonderbares Zeitalter, in welchem ein Gemisch von Zeugnissen des Aristoteles und Averroes (Avenryz), des Esra und Seneca über die geringe Ausdehnung der Meere in Vergleich mit der der Continental-Massen den Monarchen die Ueberzeugung von der Sicherheit eines kostspieligen Unternehmens geben konnte!

Wir haben erinnert, wie mit dem Ende des dreizehnten Jahrhunderts sich eine entschiedene Vorliebe zum Studium der Kräfte der Natur, auch eine fortschreitend philosophischere Richtung in der Form dieses Studiums, in seiner wissenschaftlichen Begründung durch Experimente, zeigte. Es bleibt uns übrig in wenigen Zügen den Einfluß zu schildern, welchen die Erweckung der classischen Literatur seit dem Ende des vierzehnten Jahrhunderts auf die tiefften Quellen des geistigen Lebens der Völker, und also auch auf eine allgemeine Weltanschauung ausgeübt hat. Die Individualität einzelner hochbegabter Männer hatte dazu beigetragen, den Reichthum der Ideenwelt zu vermehren. Die Empfänglichkeit für eine freiere Ausbildung des Geistes war vorhanden, als, durch viele zufällig scheinende Verhältnisse begünstigt, die griechische Literatur, in ihren alten Wohnsitzen bedrängt, eine sichere Stelle in den Abendländern gewann. Die classischen Studien der Araber waren allem fremd geblieben, was der begeisterten Sprache angehört. Sie waren auf eine sehr geringe Anzahl von Schriftstellern des Alterthums beschränkt: nach der entschiedenen Vorliebe des Volkes für das Naturstudium vorzugsweise auf die physischen Bücher des Aristoteles, auf das Almagest des Ptolemäus, die Botanik und Chemie des Dioscorides, die cosmologischen Phantasien des Plato. Die aristotelische Dialektik wurde bei den Arabern mit der Physik, wie in den frühern Zeiten des christlichen Mittelalters mit der Theologie ver schwistert. Man entlehnte den Alten, was man zu speciellen Anwendungen benutzen konnte; aber man war weit entfernt, den Geist des Griechenthums im ganzen zu erfassen, in den organischen Bau der Sprache einzubringen, sich der dichterischen Schöpfungen zu erfreuen, den wundervollen Reichthum in dem Gebiet der Redekunst und der Geschichtschreibung zu ergründen.

Fast zwei Jahrhunderte vor Petrarca und Boccaccio hatten allerdings schon Johann von Salisbury und der platonisirende Abälard wohlthätig auf die Bekanntschaft mit einigen Werken des classischen Alterthums gewirkt. Beide hatten Sinn für die Anmuth von Schriften, in denen Freiheit und Maas, Natur und Geist sich stets mit einander ver schwistert finden; aber der Einfluß des in ihnen angeregten ästhetischen Gefühls schwauch spurlos dahin. Der eigentliche Ruhm, den geschlachteten griechischen Mäusen in Italien einen klebenden Wohnsitz vorbereitet, an der Wiederherstellung der classischen Literatur am kräftigsten gearbeitet zu haben, gebührt zwei innigst befreundeten Dichtern, Petrarca und Boccaccio. Ein Mönch aus Calabrien, Barlaam, der lange in Griechenland in der Gunst des Kaisers Andronicus gelebt †), unterrichtete beide. Mit ihnen fing die sorgfältige Sammlung römischer und griechischer Handschriften an. Selbst der historische Sinn für Sprachvergleichung war bei Petrarca ‡) erwacht, dessen philologischer Scharfsinn wie nach einer allgemeineren Weltanschauung strebte. Wichtige Beförderer der griechischen Studien waren Emanuel Chrysoloras, welcher als griechischer Gesandter nach Italien und England (1391) geschickt wurde, der Cardinal Bessarion aus Trapezunt, Gemistus Pletho und der Athener Demetrius Chalcondylas, dem man die erste gedruckte Ausgabe des Homer verdankt §). Alle diese griechischen Einwanderungen geschahen vor der verhängnißvollen Einnahme von

*) Vergl. den Brief von Columbus (Nauvrette, *Viages y decouvr.* T. I. p. 244) mit der Imago Mundi des Cardinal b' Hilli cap. 8 und Roger Bacon's Opus majus p. 183.

†) Heren, *Gesch. der classischen Literatur* Vb. I. S. 284–290.

‡) Klaproth, *Mémoires relatifs à l'Asie* T. III. p. 113.

§) Die florentiner Ausgabe des Homer von 1488; aber das erste gedruckte griechische Buch war die Grammatik des Constantin Vascaris von 1476.

Constantinopel (29. Mai 1453); nur Constantin Vascaris, dessen Vorfahren dort einst auf dem Throne gesessen, kam später nach Italien. Die kostbare Sammlung griechischer Handschriften, die er mitbrachte, ist in die selten benutzte Bibliothek des Escoriala *) verschlagen. Das erste griechische Buch wurde nur 14 Jahre vor der Entdeckung von Amerika gedruckt, wenn gleich die Erfindung der Buchdruckerkunst selbst, wahrscheinlich gleichzeitig und ganz selbstständig †) von Gutenberg in Strasburg und Mainz, von Lorenz Janssen Koster in Harlem gemacht, zwischen 1436 und 1439 fällt, also in die glückliche Epoche der ersten Einwanderung der gelehrten Griechen in Italien.

Zwei Jahrhunderte früher als alle Quellen der griechischen Literatur dem Abendlande eröffnet wurden, 25 Jahre vor der Geburt des Dante, einer der großen Epochen in der Culturgeschichte des südlichen Europa's, ereigneten sich im inneren Asien wie im östlichen Afrika Begebenheiten, welche bei dem erweiterten Handelsverkehre die Umschiffung von Afrika und die Expedition des Columbus beschleunigten. Die Heerzüge der Mongolen, in 26 Jahren von Peking und der chinesischen Mauer bis Krakau und Liegnitz, erschreckten die Christenheit. Eine Zahl rüstiger Mönche wurden als Befehrer und Diplomaten ausgesandt, Johann de Plano Carpini und Nicolas Ascelin an Batu Chan, Ruibroeck (Rubruquis) an Mangu Chan nach Karakorum. Von diesen reisenden Missionaren hat uns der zuletzt genannte seine und wichtige Bemerkungen über die räumliche Vertheilung der Sprach- und Völkerrämme in der Mitte des 13ten Jahrhunderts aufbewahrt. Er erkannte zuerst, daß die Hunnen, die Vaskiren (Einwohner von Paskatir, Buschgird des Ibi-Sozlan) und die Ungarn finnische (uralische) Stämme sind; er fand noch gothische Stämme, die ihre Sprache beibehalten, in den festen Schlössern der Krim ‡). Rubruquis machte die beiden mächtigen seefahrenden Nationen Italiens, die Venetianer und Genueser, lüstern nach den unermeßlichen Reichthümern des östlichen Asiens. Er kennt, ohne den großen Handelsort zu nennen, „die silbernen Mauern und goldenen Thürme“ von Quinsay, dem heutigen Hangtscheufu, welches 25 Jahre später durch den größten Landreisenden aller Jahrhunderte Marco Polo ||) so berühmt geworden ist. Wahrheit und naiver Irrthum

*) Billemain, *Mélanges historiques et littéraires* T. II. p. 135.

†) Das Resultat der Untersuchungen des Bibliothekars Ludwig Wachler zu Breslau (s. dessen Geschichte der Literatur 1833 Th. I. S. 12–23). Der Druck ohne bewegliche Lettern geht auch in China nicht über den Anfang des sechsten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung hinaus. Die 4 ersten Bücher des Confucius wurden nach Klaproth in der Provinz Sütschuen zwischen 890 und 925 gedruckt, und die Beschreibung der technischen Manipulation der chinesischen Druckerei hätten die Abendländer schon 1310 in Raschid-ebdin's persischer Geschichte der Herrscher von Khatai lesen können. Nach dem neuesten Resultate der wichtigsten Forschungen von Stanislas Julien hatte aber in China selbst ein Eisenstempel zwischen den Jahren 1041 und 1048, also fast 400 Jahre vor Gutenberg, bewegliche Typen von gebranntem Thone angewandt. Das ist die Erfindung des S.-schie, die aber ohne Anwendung blieb.

‡) Siehe Beweise in meinem Examen crit. T. II. p. 316–320. Josafat Barbaro (1436) und Ghieslin von Busbecq (1555) fanden noch zwischen Tana (Ufer), Cassa und dem Erbie (der Wolga) Alanen und deutsch redende gothische Stämme (Ramusio, delle Navigazioni et Viaggi Vol. II. p. 92, b und 98, a). Roger Bacon nennt Rubruquis immer nur frater Wilhelmus, quem dominus Rex Francie misit ad Tartaros.

||) Das große und herrliche Werk des Marco Polo (Il Milione di Messer Marco Polo), wie wir es in der correcten Ausgabe des Grafen Balbisti besitzen, wird fälschlich eine Reise genannt; es ist größtentheils ein beschreibendes, man möchte sagen statistisches Werk, in welchem schwer zu unterscheiden ist, was der Reisende selbst gesehen, was er von Anderen erfahren oder aus to-

pographischen Beschreibungen, an denen die chinesische Literatur so reich ist und die ihm durch seinen perfekten Dolmetscher zugänglich werden konnten, geschöpft habe. Die auffallende Uebereinstimmung des Reiseberichts von Hün-an-tsang, dem buddhistischen Pilger des siebenten Jahrhunderts, mit dem, was Marco Polo von dem Pamir-Hochlande 1277 erfahren, hatte früh meine ganze Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Der der asiatischen Sprachkunde leider so früh entzogene Jacquet, der sich, wie Klaproth und ich, lange mit dem venetianischen Reisenden beschäftigt hatte, schrieb mir kurz vor seinem Tode: Je suis frappé comme Vous de la forme de rédaction littéraire du Milione. Le fond appartient sans doute à l'observation directe et personnelle du voyageur, mais il a probablement employé des documents qui lui ont été communiqués soit officiellement, soit en particulier. Bien des choses paraissent avoir été empruntées à des livres chinois et mongols, bien que ces influences sur la composition du Milione soient difficiles à reconnaître dans les traductions successives sur lesquelles Polo aura fondé ses extraits. Eben so sehr als die neueren Reisenden sich nur zu gern mit ihrer Person beschäftigen, ist dagegen Marco Polo bemüht, seine eigenen Beobachtungen mit den ihm mitgetheilten officiellen Angaben, deren er, als Gouverneur der Stadt Yangu, viele haben konnte, zu vermengen. (S. meine Asie centrale T. II. p. 395.) Die complicirte Methode des berühmten Reisenden macht auch begreiflich, daß er im Gefängniß in Genua 1295 wie im Angesicht vorliegender Documente seinem mitgefängenen Grunde Meister Rustigielo aus Pisa sein Buch dictiren konnte. (Vergl. Marsden, *Travels of Marco Polo* p. XXXIII.)

finden sich sonderbar in Rubruquis, dessen Reisenachrichten uns Roger Bacon aufbewahrt, vermischt. Nahe bei dem Schatal, „das vom östlichen Meere begrenzt ist,“ beschreibt er ein glückliches Land, „in welchem fremde Männer und Frauen, so wie sie eingewandert sind, zu altern aufhören“*). Leichtgläubiger noch als der Brabanter Mönch, aber deshalb auch weit mehr gelesen, war der englische Ritter John Mandeville. Er beschreibt Indien und China, Ceylon und Sumatra. Der Umfang und die individuelle Form seiner Beschreibungen haben (wie die Itinerarien von Balducci Pegoletti und die Reise des Ruy Gonzalez de Clavijo) nicht wenig dazu beigetragen, den Hang zu einem großen Weltverkehr zu beleben.

Man hat oft und mit sonderbarer Bestimmtheit behauptet, das vortreffliche Werk des wahrheitsliebenden Marco Polo, besonders die Kenntniß, welche dasselbe über die chinesischen Häfen und den indischen Archipelagus verbreitete, habe einen großen Einfluß auf Columbus ausgeübt, ja dieser sei sogar im Besitze eines Exemplares von Marco Polo auf seiner ersten Entdeckungsreise gewesen†). Ich habe bewiesen, daß Christoph Columbus und sein Sohn Fernando wohl des Aeneas Sylvius (Papst Pius II.) Geographie von Asien, aber nie Marco Polo und Mandeville kennen. Was sie von Quinsay, Zaitun, Mango und Zipangu wissen, kann aus dem berühmten Briefe des Toscanelli von 1474 über die Leichtigkeit, das östliche Asien von Spanien aus zu erreichen, aus den Erzählungen des Nicolo de' Conti, welcher 25 Jahr lang Indien und das südliche China durchreist war, genommen sein, ohne unmittelbare Bekanntschaft mit den Capiteln 68 und 77 des 2ten Buchs des Marco Polo. Die älteste gedruckte Ausgabe seiner Reise ist eine, dem Columbus und Toscanelli gewiß gleich unverständlich gebliebene, deutsche Uebersetzung von 1477. Daß Columbus zwischen den Jahren 1471 und 1492, in denen er sich mit seinem Projekte, „den Osten durch den Westen zu suchen (buscar el levante por el poniente, pasar á donde nacen las especerías, navegando al occidente),“ beschäftigte, ein Manuscript des venetianischen Reisenden gesehen haben könne, darf als Möglichkeit fr.lich nicht geläugnet werden‡); aber warum würde er sich in dem Briefe an die Monarchen aus Jamaica vom 7. Junius 1503, wo er die Küste von Veragua als einen Theil des asiatischen Ciguare nahe beim Ganges beschreibt und Pferde mit goldenem Geschirr zu sehen hofft, nicht lieber des Zipangu von Marco Polo als des Papa Pio erinnern haben?

Wenn die diplomatischen Missionen der Mönche und wohlgeleitete mercantile Landreisen zu einer Zeit, wo die Welt Herrschaft der Mongolen vom stillen Meere bis an die Wolga das Innere von Asien zugänglich machte, den großen seefahrenden Nationen eine Kenntniß von Schatal und Zipangu (China und Japan) verschafften, so bahnte die Sendung des Pedro de Covilham und Alonso de Payva (1487), welche König Johann II. veranstaltete, um den „afrikanischen Priester Johannes“ aufzufinden, den Weg, wenn auch nicht für Bartholomäus Diaz, doch für Vasco de Gama. Vertrauend den Nachrichten, welche in Calicut, Goa und Aken wie in Sofala an der Ostküste Afrika's von indischen und arabischen Piloten eingebracht wurden, ließ Covilham den König Johann II. durch zwei Juden aus Cairo wissen, daß, wenn die Portugiesen ihre Entdeckungsreisen an der Westküste gegen Süden weiter fortsetzten, sie an die Endspitze von Afrika gelangen würden, von wo aus die Schifffahrt nach der Mondinsel (Madagastar des Polo), nach Zanzibar und dem goldreichen Sofala überaus leicht wäre. Ehe aber diese Nachrichten nach Lissabon

*) Purchas, *Pilgrimes* Part III. chapt. 28 und 56 (p. 23 und 34).

†) Navarrete, *Collecion de los Viages y Descubrimientos que hicieron por mar los Españoles* T. I. p. 261; Washington Irving, *History of the life and voyages of Christopher Columbus* 1828 Vol. IV. p. 297.

‡) *Examen crit. de l'hist. de la Géogr.* T. I. p.

63 und 215, T. II. p. 350; Marsden, *Travels of Marco Polo* p. LVII, LXX und LXXV. Während des Lebens des Columbus erschien gedruckt die erste deutsche Nürnberg'sche Uebersetzung von 1477 (das Buch des edeln Ritters und landfahrers Marco Polo), die erste lateinische Uebersetzung von 1490, die ersten italienischen und portugiesischen Uebersetzungen von 1496 und 1502.

gelaugten, wußte man dort längst, das Bartholomäus Diaz das Vorgebirge der guten Hoffnung (Cabo tormentoso) nicht bloß entdeckt, sondern (wenn auch nur auf eine kleine Strecke) umschifft hatte *). Durch Aegypten, Abyssinien und Arabien konnten sich übrigens sehr früh im Mittelalter Nachrichten von den indischen und arabischen Handelsstationen an der afrikanischen Ostküste und von der Configuration der Südspitze des Continents nach Venedig verbreitet haben. Die trianguläre Gestalt von Afrika ist in der That schon auf dem Planisphärium des Sanuto †) von 1306 in dem genuesischen Portulano della Mediceo-Laurenziana von 1351, welchen der Graf Baldelli aufgefunden, und in der Weltkarte von Fra Mauro deutlich abgebildet. Die Geschichte der Weltanschauung bezeichnet, ohne dabei zu verweilen, die Epochen, in denen die Hauptgestalt der großen Continental-Massen zuerst erkannt wurde.

Indem die sich allmählig entwickelnde Kenntniß der Raumverhältnisse dazu anregte auf Abkürzungen von Seewegen zu denken, wuchsen auch schnell die Mittel, durch Anwendung der Mathematik und Astronomie, durch Erfindung neuer Meßinstrumente und geschicktere Benützung der magnetischen Kräfte die praktische Nautik zu vervollkommen. Die Benützung der Nord- und Südweisung des Magnets, d. i. den Gebrauch des Seecompasses, verdankt Europa sehr wahrscheinlich den Arabern und diese verdanken sie wiederum den Chinesen. In einem chinesischen Werke (in dem historischen Szuki des Szumathian, eines Schriftstellers aus der ersten Hälfte des zweiten Jahrhunderts vor unserer Zeitrechnung) wird der magnetischen Wagen erwähnt, welche der Kaiser Tschingwang aus der alten Dynastie der Tschou über 900 Jahre früher den Gesandten von Tunkin und Cochinchina geschenkt hatte, damit sie ihren Landweg zur Rückkehr nicht verfehlen möchten. Im dritten Jahrhundert unserer Zeitrechnung, unter der Dynastie der Han, wird in Hsin-tschin's Wörterbuche Schuewen die Art beschrieben, wie man durch methodisches Streichen einem Eisenstabe die Eigenschaft giebt, sich mit dem einen Ende gegen Süden zu richten. Wegen der gewöhnlichsten Richtung der dasigen Schifffahrt wird immer vorzugsweise die Südweisung erwähnt. Hundert Jahre später, unter der Dynastie der Tsin, benutzten dieselbe schon chinesische Schiffe, um ihre Fahrt auf offenem Meere sicher zu leiten. Durch diese Schiffe hatte die Kenntniß der Busssole sich nach Indien und von da nach der Ostküste von Afrika verbreitet. Die arabischen Benennungen zohron und aphron (für Süd und Nord) ‡), welche Vincenz von Beauvais in seinem Naturspiegel den beiden Enden der

*) Barros Dec. I. liv. III cap. 4 p. 190 sagt ausdrücklich, daß: „Bartholomeu Diaz, e os de sua companhia per causa dos perigos e tormentas, que em o dobrar delle passáram, lhe puzeram nome Tormentoso.“ Das Verdienst der ersten Umschiffung gehört also nicht dem Vasco de Gama, wie man gewöhnlich aniebt. Diaz war am Vorgebirge im Mai 1487, also fast zu derselben Zeit, als Pedro de Covilham und Alonso de Payva von Barcelona aus ihre Expedition antraten. Schon im December 1487 brachte Diaz selbst die Nachricht seiner wichtigen Entdeckung nach Portugal.
†) Das Planisphärium des Sanuto, der sich selbst „Marinus Sanuto dictus Torxellus de Veneciiis“ nennt, gehört zu dem Werke *Secreta fidelium Crucis*. „Marinus prêcha adroitement une croisade dans l'intérêt du commerce, voulant détruire la prospérité de l'Égypte et diriger toutes les marchandises de l'Inde par Bagdad, Bassora et Tauris (Tebriz) à Kassa, Tana (Azow), et aux côtes asiatiques de la Méditerranée. Contemporain et compatriote de Polo, dont il n'a pas connu le Milione, Sanuto s'élève à de grandes vues de politique commerciale. C'est le Raynal du moyen-âge, moins l'incrédulité d'un abbé philosophe du 18me siècle.“ (Examen crit. T. I. p. 231 bis 333-348.) Das Vorgebirge der guten Hoffnung heißt Capu di Diab auf der Karte des Fra Mauro, welche zwischen 1457 und 1459 zusammenge-

tragen wurde; s. die gelehrte Schrift des Cardinals Zurlo: *Il Mappamondo di Fra Mauro Camaldolese* 1806 § 54.

‡) Avron oder avr (aur) ist ein seltneres Wort für Nord statt des gewöhnlichen schemal; das arabische zohron oder sohr, von welchem Klaproth irrthümlich das spanische sur und portugiesische sul (das mit unserm Süd ohne Zweifel ein acht germanisches Wort ist) abzuleiten sucht, paßt nicht eigentlich zu der Benennung der Weltgegend: es bedeutet nur die Zeit des hohen Mittages; Süden heißt dsehanab. Ueber die frühe Kenntniß der Chinesen von der Südweisung der Magnetnadel s. Klaproth's wichtige Untersuchungen in der Lettre à M. A. de Humboldt, sur l'invention de la Boussole 1834 p. 41, 45, 50, 66, 79 und 90, und die schon 1805 erschienene Schrift von Luni aus Nizza, Dissertation sur l'origine de la Boussole p. 35 und 65-68. Navarrete in seinem *Discurso historico sobre los progresos del Arte de Navegar en Espana* 1802 p. 28 erinnert an eine merkwürdige Stelle in den spanischen Leyes de las partidas (II, tit. IX ley 28) aus der Mitte des 13ten Jahrhunderts: „die Nadel, welche den Schiffer in der finsternen Nacht leitet und ihm bei gutem wie bei bösem Wetter zeigt, wohin er sich richten soll, ist die Vermittlerin (medianera) zwischen dem Magnetsteine (la piedra) und dem Nordstierne . . .“ S. die Stelle in: *Las siete partidas del Sabio Rey*

Magnetnadel giebt, bezeugen (wie die vielen arabischen Sternnamen, deren wir uns heute noch bedienen), auf welchem Wege und durch wen das Abendland belehrt wurde. In dem christlichen Europa ist von dem Gebrauch der Nadel, als von einem ganz bekannten Gegenstande, zuerst in einem politisch-satirischen Gedichte la Bible des Guyot von Provins 1190 und in der Beschreibung von Palästina des Bischofs von Ptolemais Jacob von Vitry zwischen 1204 und 1215 geredet worden. Auch Dante (Parad. XII, 29) erwähnt in einem Gleichniß der Nadel (ago), „die nach dem Sterne weist.“

Dem Flavio Gioia aus Positano, unweit des schönen und durch seine weit verbreiteten Seegesetze so berühmten Amalfi, hat man lange die Erfindung des Seecompasses zugeschrieben; vielleicht war von demselben (1302) irgend eine Vervollkommenung in der Vorrichtung angegeben worden. Eine viel frühere Benutzung des Compasses in den europäischen Gewässern als im Anfang des 14ten Jahrhunderts beweist auch eine nautische Schrift des Raymundus Lullus aus Majorca, des sonderbaren geistreichen, excentrischen Mannes, dessen Doctrinen Giordano Bruno schon als Knaben begeisterten*) und der zugleich philosophischer Systematiker, Scheidekünstler, christlicher Befehrer und Schiffahrtskundiger war. In seinem Buche Fenix de las maravillas del orbe, das im Jahr 1286 verfaßt ist, sagt Lullus, daß die Seefahrer seiner Zeit sich der „Meßinstrumente, der Seekarten und Magnetnadel“ bedienten †). Die frühen Schiffahrten der Catalanen nach der Nordküste von Schottland und nach der Westküste des tropischen Afrika (Don Jayme Ferrer gelangte im Monat August 1346 an den Ausfluß des Rio de Ouro), die Entdeckung der Azoren (Vracing Inseln der Weltkarte von Picigano 1367) durch die Normänner erinnern uns, daß lange vor Columbus man den freien westlichen Ocean durchschiffte. Was unter der Römerherrschaft im indischen Meere zwischen Ocelis und der malabarischen Küste bloß im Vertrauen auf die Regelmäßigkeit der Windesrichtungen ‡) ausgeführt wurde, geschah jetzt unter Leitung der Magnetnadel.

Die Anwendung der Astronomie auf die Schiffahrtskunde war vorbereitet durch den Einfluß, welchen vom 13ten zum 15ten Jahrhundert in Italien Andalone del Nero und der Verichtiger der Alfonsinischen Himmelstafeln Johann Bianchini, in Deutschland Nicolaus von Cusa ||), Georg von Peurbach und Regiomontanus ausübten. Astrolabien zur Bestimmung der Zeit und der geographischen Breite durch Meridianhöhen, anwendbar auf einem immer bewegten Elemente, erhielten allmälige Vervollkommenung: sie erhielten sie von dem Astrolabium der Piloten von Majorca an, welches Raymund Lullus ¶) in dem Jahre 1295 in seiner Arte de navegar beschreibt, bis zu dem, das Martin Behaim 1484 zu Lissabon zu Stande brachte und das vielleicht nur eine Vereinfachung des Meteoroscops seines Freundes Regiomontanus war. Als der Infant Heinrich der Seefahrer (Herzog von Visco) in Sagres eine Piloten-Akademie stiftete, wurde Maestro Jayme aus Majorca zum Direktor derselben ernannt. Martin Behaim hatte den Auftrag vom König Johann II. von Portugal, Tafeln für die Abweichung der Sonne zu berechnen und die Piloten zu lehren „nach Sonnen- und Sternhöhen zu schiffen.“ Ob man schon am Ende des 15ten Jahrhunderts die Vorrichtung der Vogleine gekannt habe, um neben der durch den Com-

Don Alonso el IX (nach gewöhnlicher Zählung el X), Madrid 1829 T. I. p. 473.

*) Jordano Bruno par Christian Bartholmæss 1847 T. II. p. 181-187.

†) „Tenian los mareantes instrumento, carta, compas y aguja.“ Salazar, Discurso sobre los progresos de la Hydrografía en España 1809 p. 7.

‡) R o s m o s Buch II. S. 279.

§) Neger Cusa (Nicolaus von Cusa, eigentlich von Cues an der Mosel) s. oben R o s m o s Buch II. S. 244. und Clemens Abhandlung über Giordano Bruno und Nicolaus de Cusa S. 97, wo ein wichtiges, erst vor drei Jahren aufgefundenes Bruchstück von Cusa's eigener Hand, eine dreifache Bewegung der Erde betreffend,

mitgetheilt wird. (Vergl. auch Cha's les, Aperçu sur l'origine des méthodes en Géométrie 1837 p. 529.)

¶) Navarrete, Disertacion histórica sobre la parte que tuvieron los Españoles en las guerras de Ultramar ó de las Cruzadas 1816 p. 100 und Examen crit. T. I. p. 271-277. Dem Lehrer des Regiomontanus, Georg von Peurbach, wird eine wichtige Verbesserung der Beobachtung durch den Gebrauch des Bleilochs zugeschrieben. Letzteres wurde aber längst von den Arabern angewandt, wie die im 13ten Jahrhundert abgefaßte Beschreibung der astronomischen Instrumente von Abul-Hasan Ali lehrt; Sébillot, Traité des instruments astronomiques des Arabes 1835 p. 379, 1841 p. 205.

paß bestimmten Richtung auch die Länge des zurückgelegten Weges zu schätzen, kann nicht entschieden werden; doch ist gewiß, daß Pigafetta, Magellan's Begleiter, von dem Log (la catena a poppa) wie von einem längst bekannten Mittel spricht, den zurückgelegten Weg zu messen *).

*) Es ist in allen Schriften über die Schifffahrt & Funde, die ich untersucht, die irrigte Meinung verbreitet, als sei das Log zur Messung des zurückgelegten Weges nicht früher angewandt worden, als seit dem Ende des 16ten oder im Anfang des 17ten Jahrhunderts. In der Encyclopaedia britannica (7th edit. von 1842) Vol. XIII. p. 416 heißt es noch: „the author of the device for measuring the ship's way is not known and no mention of it occurs till the year 1607 in an East India voyage published by Purchas.“ Dieses Jahr ist auch in allen früheren und späteren Wörterbüchern (Gelehrter Bd. VI. 1831 S. 450) als äußerste Grenze angeführt worden. Nur Navarrete in der Disertacion sobre los progresos del Arte de Navegar 1802 setzt den Gebrauch der Loglinie auf englischen Schiffen in das Jahr 1577 (Du Flot de Mofras, Notice biographique sur Mendoza et Navarrete 1845 p. 64); später, an einem anderen Orte (Coleccion de los Viajes de los Españoles T. IV. 1837 p. 97), behauptet er: „zu Regellan's Zeiten sei die Schnellseil des Schiffes nur a ojo (nach dem Augemaße) geschätzt worden, bis erst im 16ten Jahrhunderte die correctura (das Log) erfunden wurde.“ Die Messung der „gefelten Distanz“ durch Auswerfen der Loglinie ist, wenn auch das Mittel an sich unvollkommen genannt werden muß, doch von so großer Wichtigkeit für die Kenntniß der Schnelligkeit und Richtung oceanischer Strömungen geworden, daß ich sie zu einem Gegenstande förmlicher Untersuchungen habe machen müßten. Ich theile hier die Hauptresultate mit, die in dem noch nicht erschienenen 6ten Bande meines Examen critique de l'histoire de la Géogr. et des progrès de l'Astronomie nautique enthalten sind. Die Römer hatten zur Zeit der Nereit auf ihren Schiffen Wegmesser, die in 4 Fuß theilen, mit Schaufeln versehenen Rädern an dem äußern Schiffende befestigt, ganz wie bei unseren Dampfschiffen und wie bei der Verriichtung zur Bewegung von Fahrzeugen, welche Wallace de Garas 1543 zu Barcelona dem Kaiser Carl V. angeboten hatte (Vrāgo, Annuaire du Bur. des Long. 1829 p. 152). Der altrömische Wegmesser (ratio a majoribus tradita, qua in via rheda sedentes vel mari navigantes seire possumus, quod millia numero itineris fecerimus) ist umständlich von Vitruvius (lib. X cap. 14), dessen Augusteisches Zeitalter freilich neuerlich von G. Schulz und L. Hann sehr erörtert worden ist, beschrieben. Durch drei in einander greifende gezähnte Räder und das Herausfallen kleiner runder Steinchen aus einem Ritzgehäuse (oculamentum), das nur ein einziges Loch hat, ward die Zahl der Umdrehungen der äußeren Räder, die in das Meer tauchten, und die Zahl der zurückgelegten Meilen in einer Tagereise angegeben. Ob diese Sodometer im mittelländischen Meere viel gebraucht worden sind, da sie Ruhen und auch Vergnügen“ gewähren konnten, sagt Vitruvius nicht. In der Lebensbeschreibung des Kaisers Pertinax von Julius Capitolinus wird des verkauften Nachlasses des Kaisers Commodus erwähnt (cap. 8 in Hist. Augustae Script. ed. Lugd. Bat. 1671 T. I. p. 554), in welchem sich ein Reisewagen, mit einer ähnlichen Sodometer-Einrichtung versehen, befand. Die Räder gaben zugleich, „das Maas des zurückgelegten Weges und die Dauer der Reise“ in Stunden an. Einen viel vollkommenen, ebenfalls zu Wasser und zu Lande gebrauchten Wegmesser hat Hero von Alexandrien, der Schüler des Klepsibius, in seiner, griechisch noch unedirten Schrift über die Dioptron beschrieben (f. Venturi, Comment sopra la Storia dell' Ottica, Bologna 1814 T. I. p. 134-139). In der Literatur des ganzen Mit-

telalters findet sich wohl nichts über den Gegenstand, den wir hier behandeln, bis man zu der Epoche der vielen kurz nach einander verfaßten, oder in Druck erschienenen Lehrbücher der Nautik von Antonio Pigafetta (Trattato di Navigazione, wahrscheinlich vor 1530), Francisco Galero (1535, Bruder des Astronomen Ruy Galero, der den Magellan auf seiner Reise um die Welt begleiten sollte und ein Regimiento para observar la longitud en la mar hinterließ) Pedro de Medina aus Sevilla (Arte de navegar 1545), Martin Cortes aus Bujalaros (Breve Compendio de la esfera y de la arte de navegar 1551) und Andres Garcia de Cespedes (Regimiento de Navegacion y Hidrografia 1606) gelangt. Aus fast allen diesen, zum Theil sehr seltenen Werken, wie aus der Summa de Geografia, welche Martin Fernandez de Enciso 1519 herausgab, erkennt man deutlich, daß die „gefelte Distanz“ auf spanischen und portugiesischen Schiffen nicht durch irgend unmittelbare Messung, sondern nur durch Schätzung nach dem Augemaße und nach gewissen numerisch festgelegten Grundfätzen zu bestimmen gelehrt wird. Medina sagt (Libro III cap. 11 und 12): um den Kurs des Schiffes in der Länge des durchlaufenen Raumes zu kennen, muß der Pilot nach Stunden (d. h. durch die Sanduhr, ampollita, geleitet) in seinem Register aufzeichnen, wie viel das Schiff zurückgelegt; er muß deshalb wissen, daß das meiste, was er in einer Stunde fortschreitet, vier Meilen sind, bei schwächerem Winde drei, auch nur zwei. . . . Cespedes (Regimiento p. 99 und 156) nennt dies Verfahren, wie Medina, echar punto por fantasia. Diese fantasia hängt allerdings, wenn man großen Irrthum vermeiden will, wie Enciso richtig bemerkt, von der Kenntniß ab, welche der Pilot von der Qualität seines Schiffes hat; aber im ganzen wird jeder, der lange auf dem Meere war, doch meist mit Verwunderung bemerkt haben, wie übereinstimmend die bloße Schätzung der Geschwindigkeit des Schiffes, bei nicht sehr hohem Wellenschlage, mit dem später erhaltenen Resultate des ausgemessenen Logs ist. Einige spanische Piloten nennen die alte, freilich gewagte Methode bloßer Schätzung (cuenta de estima), gewiß sehr ungerecht (arraigada), la correctura de los Holandeses, correctura de los perezosos. In dem Schiffsjournal des Christoph Columbus wird oft des Streites gedacht mit Alonso Pinzon über die Länge des zurückgelegten Weges seit der Abfahrt von Palos. Die gebrauchten Sanduhren, ampollitas, liefen in einer halben Stunde ab, so daß der Zeitraum von Tag und Nacht zu 48 ampollitas gerechnet wurde. Es heißt in jenem wichtigen Schiffsjournal des Columbus (3. B. den 22. Januar 1493): andaba 8 millas por hora hasta pasadas 5 ampollitas, y 3 antes que comenzase la guardia, que eran 8 ampollitas (Navarrete T. I. p. 143). Das Log, la correctura, wird nicht genannt. Soll man annehmen, Columbus habe es gekannt, benutzt und als ein schon sehr gewöhnliches Mittel nicht zu nennen nöthig erachtet, wie Marco Polo nicht des Thees und der chinesischen Waaren erwähnt hat? Eine solche Annahme scheint mir sehr deshalb sehr unwahrscheinlich, weil in den Vorschlägen, welche der Pilot Don Jayme Ferrer 1495 einreicht, um die Lage der päpstlichen Demarcationslinie genau zu ergründen, es auf die Bestimmung der „gefelten Distanz“ ankommt, und doch nur das übereinstimmende Urtheil (juicio) von 20 sehr erfahrenen Seeleuten angerufen wird (que apunten en su carta de 6 en 6 horas el camino que la nao fará segun su juicio). Hätte das Log angewandt werden sollen, so würde Ferrer gewiß vorgeschrieben haben, wie oft es ausgeworfen

Der Einfluß der arabischen Civilisation, der astronomischen Schulen von Cordova, Sevilla und Granada auf das Seewesen in Spanien und Portugal ist nicht zu übersehen. Man ahmte für das Seewesen in kleinen die großen Instrumente der Schulen von Bagdad und Cairo nach. Auch die Namen gingen über. Der des Astrolabon, welches Martin Behaim an den großen Mast befestigte, gehört ursprünglich dem Hipparch. Als Vasco de Gama an der Ostküste von Afrika landete, fand er, daß die indischen Piloten in Melinde den Gebrauch der Astrolabien und Ballestillen kannten*). So war durch Mittheilung bei zunehmendem Weltverkehr wie durch eigene Erfindungsgabe und gegenseitige Befruchtung des mathematischen und astronomischen Wissens alles vorbereitet, um die Entdeckung des tropischen Amerika's, die schnelle Bestimmung seiner Gestalt, die Schifffahrt um die Südspitze von Afrika nach Indien, und die erste Weltumseglung, d. h. alles, was großes und ruhmwürdiges für die erweiterte Kenntniß des Erdraumes in dreißig Jahren (von 1492 bis 1522) geschehen ist, zu erleichtern. Auch der Sinn der Menschen war geschärfter, um die grenzenlose Fülle neuer Erscheinungen in sich aufzunehmen, zu verarbeiten und durch Vergleichung für allgemeine und höhere Weltansichten zu benutzen.

Von den Elementen dieser höheren Weltansichten, solcher, die zu der Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen auf dem Erdkörper leiten konnten, genügt es hier, nur die vorzüglicheren zu berühren. Wenn man sich ernsthaft mit den Originalwerken der frühesten Geschichtschreiber der Conquista beschäftigt, so erstaunt man, oft schon den Keim wichtiger physischer Wahrheiten in den spanischen Schriftstellern des 16ten Jahrhunderts zu entdecken. Bei dem Anblick eines Festlandes, welches in den weiten Einöden des Decans von allen anderen Gebieten der Schöpfung getrennt erschien, bot sich sowohl der angeregten Neugierde der ersten Reisenden, als denen, welche ihre Erzählungen sammelten, ein großer Theil der wichtigen Fragen dar, die uns noch heute beschäftigen: Fragen über die Einheit des Menschengeschlechts und dessen Abweichungen von einer gemeinsamen Urgestaltung; über die Wanderungen der Völker und die Verschwisterung von Sprachen, welche in ihren Wurzelwörtern oft größere Verschiedenheit als in den Flexionen oder grammatischen Formen offenbaren; über die Möglichkeit der Wanderung von Pflanzen- und Thierarten; über die Ursache der Passatwinde und der constanten Meeresströmungen; über die regelmäßige Wärmeabnahme an dem Abhange der Cordilleren und in der Tiefe des Oceans in übereinander gelagerten Wasserschichten; über die gegenseitige Einwirkung der in Ketten auftretenden Vulkane und den Einfluß derselben auf die Frequenz der Erdbeben und die Ausdehnung der Erschütterungskreise. Die Grundlage von dem, was man heute physikalische Erdbeschreibung nennt, ist, die mathematischen Betrachtungen abgerechnet, in des Jesuiten Joseph Acosta Historia natural y moral de las Indias, wie in dem, kaum 20 Jahre nach dem Tode des Columbus erschienenen Werke von Gonzalo Hernandez de Oviedo enthalten. In keinem anderen Zeitpunkte seit dem Entstehen des gesellschaftlichen Zustandes war der Ideenkreis in Bezug auf die Außenwelt und die räumlichen Verhältnisse so plötzlich und auf eine so wunderbare Weise erweitert, das Bedürfniß lebhafter gefühlt worden, die Natur unter verschiedenen Breitengraden und in verschiedenen Höhen über

werden sollte. Die erste Anwendung des Loggenes finde ich in einer Stelle von Pigafetta's Reisejournal der Magellanischen Weltumseglung, das lange in der Ambrosianischen Bibliothek in Mailand unter den Handschriften vergraben lag. Es heißt darin im Januar 1521, als Magellan schon in die Südsee gelangt war: secondo la misura che facevamo del viaggio colla catena a poppa, noi percorrevamo da 60 in 70 leghe al giorno (Amoretti, Primo Viaggio intorno al Globo terraqueo, ossia Navigazione fatta dal Cavaliere Antonio Pigafetta sulla squadra del Cap. Magaglianes, 1800, p. 46). Was kann diese Vorrichtung der Kette am Hinterteil des Schiffes (catena

a poppa), „deren wir uns auf der ganzen Reise bedienten, um den Weg zu messen,“ anders gewesen sein als eine unserm Log ähnliche Einrichtung? Der aufgewickelte, in Knoten getheilte Logklotz, des Logbreiters oder Loggklotzes und des Halb-Minuten- oder Logglasses geschieht keine besondere Erwähnung; aber dieses Stillschweigen kann nicht verwundern, wenn von einer längst bekannten Sache geredet wird. Auch in dem Theile des Trattato di Navigazione des Cavaliere Pigafetta, den Amoretti im Auszuge geliefert hat (freilich nur von 10 Seiten), wird die catena della poppa nicht wieder genannt.

*) Barro's Dec. I. liv. IV. p. 320.

der Meeresfläche zu beobachten, die Mittel zu vervielfältigen, durch welche sie befragt werden kann.

Man möchte sich vielleicht, wie ich schon an einem andern Orte *) bemerkt habe, zu der Annahme verleiten lassen, daß der Worth so großer Entdeckungen, die sich gegenseitig hervorriefen, der Werth dieser zwiefachen Eroberungen in der physischen und in der intellektuellen Welt erst in unseren Tagen anerkannt worden ist, seitdem die Culturgeschichte des Menschengeschlechts sich einer philosophischen Behandlung erfreut. Eine solche Annahme wird durch die Zeitgenossen des Columbus widerlegt. Die talentvollsten unter ihnen ahndeten den Einfluß, welchen die Begebenheiten der letzten Jahre des funfzehnten Jahrhunderts auf die Menschheit ausüben würden. „Jeder Tag,“ schreibt Peter Martyr von Anghiera †) in seinen Briefen aus den Jahren 1493 und 1494, „bringt uns neue Wunder aus einer Neuen Welt, von jenen Antipoden des Westens, die ein gewisser Genueser (Christophorus quidam, vir Ligur) aufgefunden hat. Von unseren Monarchen, Ferdinand und Isabella, ausgesandt, hatte er mit Mühe drei Schiffe erlangen können, weil man für fabelhaft hielt, was er sagte. Unser Freund Pomponius Lätus (einer der ausgezeichnetsten Beförderer der classischen Literatur und wegen seiner religiösen Meinungen zu Rom verfolgt) hat sich kaum der Freudenthränen enthalten können, als ich ihm die erste Nachricht von einem so unverhofften Ereigniße mittheilte.“ Anghiera, dem wir diese Worte entlehnen, war ein geistreicher Staatsmann an dem Hofe Ferdinands des Catholischen und Carls V., einmal Gesandter in Aegypten, persönlicher Freund von Columbus, Amerigo Vespucci, Sebastian Cabot und Cortes. Sein langer Lebenslauf umfaßt die Entdeckung der westlichsten azorischen Insel, Corvo, die Expeditionen von Diaz, Columbus, Gama und Magellan. Der Papst Leo X. las seiner Schwester und den Cardinälen „bis in die tiefe Nacht,“ die Oceanica des Anghiera vor. „Spanien,“ sagt dieser, „möchte ich von jetzt an nicht wieder verlassen, weil ich hier an der Quelle der Nachrichten aus den neu entdeckten Ländern stehe und als Geschichtschreiber so großer Begebenheiten hoffen darf, meinem Namen einigen Ruhm bei der Nachwelt zu verschaffen.“ †). So lebhaft wurde von den Zeitgenossen gefühlt, was glänzend in den spätesten Erinnerungen aller Jahrhunderte leben wird.

Columbus, indem er das westlich von dem Meridian der azorischen Inseln noch ganz unerforschte Meer durchschiffte und zur Ortsbestimmung das neu vervollkommnete Astrola-

*) Examen crit. T. I. p. 3-6 und 290.

†) Vergl. Opus Epistolarum Petri Martyris Anglici Mediolanensis 1670 ep. CXXX und CLII. „Prae luctitia proliisise te, vixque a lachrymis prae gaudio temperasse, quando literas adspexisti meas, quibus de Antipodum Orbe, latenti hactenus, te certiores feci, mi suavissime Pomponi, insinuasti. Ex tuis ipse literis colligo, quid senseris. Sensisti autem, tantique rem fecisti, quanti virum summa doctrina insignitum decuit, quis namque cibis sublimibus praestari potest ingeniis isto suavior? quod condimentum gratius? a me facio conjectura. Beari sentio spiritus meos, quando accitos alloquor prudentes aliquos ex his qui ab ea redeunt provincia (Hispaniola insula).“ Der Ausbruch Christophorus quidam Colonius erinnert, ich sage nicht an das zu oft und mit Unrecht citirte nescio quis Plutarchus des Aulus Gellius (Noct. Atticae XI, 16), aber wohl an das quodam Cornelio scribente in dem Antivortschreiben des Königs Theodorich an den Fürsten der Vester, welcher aus der Germ. cap. 45 des Tacitus über den wahren Ursprung des Bernstein belehrt werden sollte.

†) Opus Epistol. No. CCCCXXXVII und DLXII. Auch der begeisterte Wundermann Hieronymus Cardanus, Phantastiker und doch scharfsinniger Mathematiker zugleich, macht in seinen physischen Problemen darauf aufmerksam, was die Erdkunde den Thatfachen verdanke, zu deren Beobachtung ein einziger

Mann geleitet habe! Cardani Opera ed. Lugdun. 1663 T. II. Probl. p. 630 und 659; at nunc quibus te laudibus afferam, Christophore Columbi, non familiae tantum, non Genuensis urbis, non Italiae Provinciae, non Europae partis orbis solum sed humani generis deus. Wenn ich die Probleme des Cardanus mit denen aus der spätern Schule des Stagirten verglichen habe, so ist bei der Verworrenheit und Schwäche der physischen Erklärungen, welche in beiden Sammlungen fast gleichmäßig herrscht, mir doch augenscheinlich und für die Epoche einer so plötzlich erweiterten Erdkunde charakteristisch geworden, daß bei Cardanus der größere Theil der Probleme sich auf die vergleichende Meteorologie bezieht. Ich erinnere an die Betrachtungen über das warme Inselklima von England im Contrast mit dem Winter in Mailand; über die Abhängigkeit des Hagels von electrischen Explosionen; über die Ursach und Richtung der Meeresströmungen; über das Maximum der atmosphärischen Wärme und Kälte, das erst nach jedem der beiden Solstitien eintritt; über die Höhe der Schneeregion unter den Tropen; über die Temperatur, welche durch die Wärmestrahlung der Sonne und aller Sterne zugleich bedingt wird; über die größere Lichtstärke des südlichen Himmels u. s. w. „Kälte ist bloß Abwesenheit der Wärme. Licht und Wärme sind nur dem Namen nach verschieden, und in sich ungetrennlich.“ Cardani Opp. T. I. de vita propria p. 40; T. II. Probl. p. 621, 630-632, 653 und 713; T. III. de subtilitate p. 417.

bium anwandte, suchte das östliche Asien auf dem Wege gegen Westen nicht als ein Abenteuer; er suchte es nach einem festen vorgefaßten Plane. Er hatte allerdings die Seefarte am Bord, welche ihm der florentiner Arzt und Astronom Paolo Toscanelli 1477 geschickt hatte und welche 53 Jahre nach seinem Tode noch Bartholomäus de las Casas besaß. Nach der handschriftlichen Geschichte des letzteren, die ich untersucht, war dies auch die Carta de marear*), welche der Admiral am 25. September 1492 dem Martin Alonso Pinzon zeigte und auf der mehrere vorliegende Inseln eingezeichnet waren. Wäre indeß Columbus der Carte seines Rathgebers Toscanelli allein gefolgt, so würde er einen nördlicheren Kurs und zwar im Parallelkreise von Lissabon gehalten haben; er steuerte dagegen, in der Hoffnung Zipangu (Japan) schnell zu erreichen, die Hälfte des Weges in der Breite der canarischen Insel Gomera, und später, in Breite abnehmend, befand er sich am 7. October 1492 unter 25° 1/2. Unruhig darüber, die Küsten von Zipangu nicht zu entdecken, die er nach seiner Schiffsrechnung schon 216 Seemeilen östlicher hatte finden sollen, gab er nach langem Streite dem Befehlshaber der Caravela Pinta, dem eben genannten Martin Alonso Pinzon (einem der drei reichen, einflußvollen, ihm feindlichen Brüder), nach und steuerte gegen Südwest. Diese Veränderung der Richtung führte am 12. October zur Entdeckung von Guanahani.

Wir müssen hier bei einer Betrachtung verweilen, die eine wunderbare Verkettung kleiner Begebenheiten und den nicht zu verkennenden Einfluß einer solchen Verkettung auf große Weltgeschicke offenbart. Der verdienstvolle Washington Irving hat mit Recht behauptet, daß, wenn Columbus, dem Rathe des Martin Alonso Pinzon widerstehend, fortgefahren hätte, gegen Westen zu segeln, er in den warmen Golfstrom gerathen wäre und nach Florida und von dort vielleicht nach dem Cap Hatteras und Virginien würde geführt worden sein: ein Umstand von unermeßlicher Wichtigkeit, da er den jetzigen Vereinigten Staaten von Nordamerika statt einer spät angelangten protestantisch-englischen Bevölkerung eine catholisch-spanische hätte geben können. „Es ist mir,“ sagte Pinzon zu dem Admiral, „wie eine Eingebung (el corazon me da), daß wir anders steuern müssen.“ Auch behauptete er deshalb in dem berühmten Proceß, der (1513—1515) gegen die Erben des Columbus geführt wurde, daß die Entdeckung von Amerika ihm allein gehöre. Die Eingebung aber und, „was das Herz ihm sagte,“ verdankte Pinzon, wie in demselben Proceß ein alter Matrose aus Moguer erzählt, dem Flug einer Schaar von Papageien, die er Abends hatte gegen Südwesten fliegen sehen, um, wie er vermuthen konnte, in einem Gebüsch am Lande zu schlafen. Niemals hat der Flug der Vögel gewichtigere Folgen gehabt. Man könnte sagen, er habe entschieden über die ersten Ansiedelungen im Neuen Continent, über die ursprüngliche Vertheilung romanischer und germanischer Menschenrassen †).

*) S. mein Examen crit. T. I. p. 210—249. Nach der handschriftlichen Historia general de las Indias lib. I. cap. 12 war „la carta de marear, que Maestro Paulo Físico (Toscanelli) envió á Colon,“ in den Händen von Bartholomäus de las Casas, als er sein Werk schrieb. Das Schiffsjournal des Columbus, von dem wir einen Auszug besitzen (Navarrete T. I. p. 13), stimmt nicht ganz mit der Erzählung überein, welche ich in der Handschrift des Las Casas finde, deren gütige Mittheilung ich Herrn Ternaux-Compané verdanke. Das Schiffsjournal sagt: „Iba hablando el Almirante (martes 25 de Setiembre 1492) con Martin Alonso Pinzon, capitán de la otra carabela Pinta, sobre una carta que lo habia enviado tres dias hacia á la carabela, donde segun parece tenia pintadas el Almirante ciertas islas por aquella mar . . .“ Dagegen steht in der Handschrift des Las Casas: lib. I. cap. 12: „La carta de marear que embió (Toscanelli al Almirante) yo que esta historia escribo la tengo en mi poder. Creo que todo su viage sobre esta carta fundó;“ lib. I. cap. 38: „asi fué que el martes 25 de Setiembre llegase Martin Alonso Pin-

zon con su caravela Pinta á hablar con Christobal Colon sobre una carta de marear que Christobal Colon le avia embiado . . . Esta carta es la que le embió Paulo Físico el Florentin, la qual yo tengo en mi poder con otras cosas del Almirante y escrituras de su misma mano que traxeron á mi poder. En ella le pintó muchas islas . . .“ Soll man annehmen, der Admiral habe in die Carte des Toscanelli die zu erwartenden Inseln hineingezeichnet, oder soll tenia pintadas bloß sagen: „der Admiral hatte eine Carte, auf der gemalt waren . . .“?

†) Navarrete, Documentos No. 69, in T. III. der Viages y descub. p. 565—571; Examen crit. T. I. p. 234—249 und 252, T. III. p. 158—165 und 224. Ueber den bestrittenen ersten Landungspunkt in Westindien s. T. III. p. 186—222. Die so berühmt gewordene, im Jahr 1832 während der Cholera-Epidemie von Waldenau und mir erkannte Weltkarte des Juan de la Cosa, die 6 Jahre vor dem Tode des Columbus entworfen ist, hat ein neues Licht über diese Streitfrage verbreitet.

Der Gang großer Begebenheiten ist wie die Folge der Naturerscheinungen an ewige Gesetze gefesselt, deren wir nur wenige vollständig erkennen. Die Flotte, welche König Emanuel von Portugal auf dem Wege, den Gama entdeckt, unter dem Befehle des Pedro Alvarez Cabral nach Ostindien schickte, wurde unvermuthet am 22. April 1500 an die Küste von Brasilien verschlagen. Bei dem Eifer, welchen die Portugiesen seit der Unternehmung des Diaz (1487) für die Umschiffung des Vorgebirges der guten Hoffnung zeigten, hätte es nicht an einer Wiederholung von Zufällen fehlen können, denen ähnlich, welche oceanische Strömungen auf Cabral's Schiffe ausgeübt haben. Die afrikanischen Entdeckungen würden demnach die Entdeckung von Amerika südlich vom Aequator veranlaßt haben. So dürfte Robertson sagen, es habe in den Schicksalen der Menschheit gelegen, daß vor dem Ende des 15ten Jahrhunderts der Neue Continent den europäischen Seefahrern bekannt würde.

Unter den Charaktereigenschaften von Christoph Columbus müssen besonders der durchdringende Blick und der Scharfsinn hervorgehoben werden, womit er, ohne gelehrte Bildung, ohne physikalische und naturhistorische Kenntnisse, die Erscheinungen der Außenwelt erfaßt und combinirt. Bei seiner Ankunft „in einer neuen Welt und unter einem neuen Himmel“ *) beachtet er aufmerksam die Form der Ländermassen, die Physiognomik der Vegetation, die Sitten der Thiere, die Vertheilung der Wärme und die Variationen des Erdmagnetismus. Während der alte Seemann sich bestrebt, die Specereien Indiens und den Ababarber (ruibarba) aufzufinden, der durch die arabischen und jüdischen Aerzte, durch Rubruquis und die italiänischen Reisenden schon eine so große Berühmtheit erlangt hatte, untersuchte er auf das genaueste Wurzeln und Früchte und Blattbildung der Pflanzen. Indem hier an den Einfluß erinnert werden soll, welchen die große Epoche der Seefahrten auf die Erweiterung der Naturansichten ausgeübt, wird die Schilderung an Lebendigkeit gewinnen, wenn sie an die Individualität eines großen Mannes geknüpft ist. In seinem Reisejournal und in seinen Berichten, die erst 1825 bis 1829 veröffentlicht worden sind, findet man bereits fast alle Gegenstände berührt, auf welche sich in der letzten Hälfte des 15ten und im ganzen 16ten Jahrhundert die wissenschaftliche Thätigkeit gerichtet hat.

Was die Geographie der westlichen Hemisphäre gleichsam durch Eroberungen im Raume von der Epoche an gewonnen hat, wo der Infant Dom Henrique der Seefahrer (auf seinem Landgute Terça naval an der schönen Bai von Sagras) seine ersten Entdeckungspläne entwarf, bis zu den Südsee-Expeditionen von Gaetano und Cabrillo, bedarf nur einer allgemeinen Erinnerung. Die kühnen Unternehmungen der Portugiesen, der Spanier und Engländer bezeugen, daß sich auf einmal wie ein neuer Sinn für das Große und Unbegrenzte erschlossen hatte. Die Fortschritte der Nautik und die Anwendung astronomischer Methode zur Correction der Schiffsrechnung begünstigten jene Bestrebungen, welche dem Zeitalter einen eigenthümlichen Charakter gaben, das Erdbild vervollständigten, den Weltzusammenhang dem Menschen offenbarten. Die Entdeckung des festen Landes des tropischen Amerika (1. August 1498) war 17 Monate später als Cabot's Beschiffung der labradorischen Küste von Nordamerika. Columbus sah zuerst die Tierra firme von Südamerika nicht, wie man bisher geglaubt, in der Gebirgsküste von Paria, sondern in dem Delta des Orinoco östlich vom Caño Macareo †). Sebastian Cabot ‡) landete schon den 24. Junius 1497 an der Küste von Labrador zwischen 56° und 58° Breite. Daß diese unwirthbare Gegend ein halbes Jahrtausend früher von dem Isländer Leif Eriksön besucht worden war, ist schon oben entwickelt worden.

Columbus legte bei seiner dritten Reise mehr Werth auf die Perlen der Inseln Mar-

*) Ueber das naturbeschreibende, oft dichterische Talent des Columbus s. oben R o s s o s Buch II. S. 218 und 219.

†) S. die Resultate meiner Untersuchung in der Relation historique du Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent T. II. p. 702 und im Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. 309.

‡) Bible, Memoir of Sebastian Cabot 1831 p. 52-61; Examen crit. T. IV. p. 231.

garita und Cubagua als auf die Entdeckung der Tierra firme, da er bis zu seinem Tode fest überzeugt war, schon im November 1492 auf der ersten Reise in Cuba einen Theil des festen Landes von Asien berührt zu haben *). Von diesem Theile würde er (wie sein Sohn Don Fernando und sein Freund der Cura de los Palacios erzählen), wenn er Lebensmittel genug gehabt hätte, „die Schifffahrt gegen Westen fortsetzend, entweder zu Wasser über Zeylon (Taprobane) und rodeando toda la tierra de los Negros, oder zu Lande über Jerusalem und Jassa nach Spanien †) zurückgekehrt sein.“ Solche Projecte nährte der Admiral bereits 1494, also vier Jahre vor Vasco de Gama, und eine Weltumseglung träumend 27 Jahre vor Magellan und Sebastian de Elcano. Die Vorbereitungen zur zweiten Reise des Cabot, auf welcher dieser bis $67^{\circ} \frac{1}{2}$ nördlicher Breite zwischen Eischollen vordrang und eine nordwestliche Durchfahrt zum Cathai (China) suchte, ließen ihn „für spätere Zeiten an eine Fahrt nach dem Nordpol (á lo del polo arctico)“ denken ‡). Je mehr man nach und nach erkannte, daß das Entdeckte von dem Labrador an bis zum Vorgebirge Paria und, wie die berühmte, spät erkannte Carte von Juan de la Cosa (1500) beweist, bis jenseits des Aequators weit in die südliche Halbkugel einen zusammenhängenden Erdstrich bildete, desto heißer wurde der Wunsch nach einer Durchfahrt im Süden oder im Norden. Nächst der Wiederauffindung des Festlandes von Amerika und der Ueberzeugung von der meridianartigen Ausdehnung des Neuen Continents von der Hudsonsbai bis zu dem von Garcia Jofre de Loaysa ||) entdeckten Cap Horn ist die erlangte Kenntniß der Südsee, eines Meeres, das die westlichen Küsten von Amerika bespült, das wichtigste kosmische Ereigniß der großen Zeitepoche, welche wir hier schildern.

Zehn Jahre ehe Balboa die Südsee (25. Sept. 1513) von der Höhe der Sierra de Quarequa auf der Landenge von Panama erblickte, hatte bereits Columbus, als er die östliche Küste von Veragua besuchte, bestimmt erfahren, daß westlich von diesem Lande ein Meer liege, „welches in weniger als neun Tagesfahrten nach der Chersonesus aurea des Ptolemäus und der Mündung des Ganges führe.“ In derselben Carta rarissima, welche die schöne und so poetische Erzählung eines Traumes enthält, sagt der Admiral, daß „die gegenüberliegenden Küsten von Veragua bei dem Rio de Belen sich in ihrer Lage gegenseitig verhalten wie Tortosa nahe am Mittelmeer und Guenterrabia in Biscaya, wie Breda und Pisa.“ Der Große Ocean (die Südsee) erschien damals nur noch wie eine Fortsetzung des Sinus magnus (μεγας κόλπος) des Ptolemäus, dem der goldene Chersones

*) Es heißt in einer wenig beachteten Stelle des Tagebuchs von Columbus vom 1. Nov. 1492: „ich habe (in Cuba) gegenüber und nahe Zayto y Guinsay (Zaiton et Guinsay, Marco Polo II, 77) del Gran Can.“ (Navarrete, Viages y descubrim. de los Españoles T. I. p. 46 und oben S. 317 Anm. *.) Die Krümmung gegen Süden, welche Columbus auf der zweiten Reise in dem westlichen Theile des Landes Cuba bemerkte, hat einen wichtigen Einfluß auf die Entdeckung von Süd-Amerika, auf die des Orinoco-Delta und des Vorgebirges Paria ausgeübt, wie ich an einem andern Orte gezeigt; s. Examen crit. T. IV. p. 246–250. „Putat (Colonus),“ schreibt Angliera (Epist. CLXVIII, ed. Amst. 1670 p. 98), „regiones has (Pariae) esse Cubae contiguas et adhaerentes: ita quod utraque sint Indiae Gangetidis continens ipsum etc.“

†) S. die wichtige Handschrift des Andres Bernaldez, Cura de la Villa de los Palacios (Historia de los Reyes Catholicos cap. 123). Diese Geschichte begreift die Jahre 1488 bis 1513. Bernaldez hatte 1496 den Columbus, als er von der zweiten Reise zurückkam, in sein Haus aufgenommen. Ich habe durch die besondere Güte des Herrn Ternaute-Compans, dem die Geschichte der Conquista viele wichtige Aufklärungen verdankt, zu Paris im Dec. des Jahres 1838 diese Handschrift, welche im Besitze meines berühmten Freun-

des, des Historiographen Don Juan Bautista Muñoz, gewesen ist, frei benutzen können. (Vergl. Fern. Colon, Vida del Almirante cap. 56.)

‡) Examen crit. T. III. p. 244–248.

§) Das Cap Horn wurde auf der Expedition des Comendador Garcia de Loaysa, welche, der des Magellan folgend, nach den Molluffen bestimmt war, im Februar 1526 von Francisco de Soces entdeckt. Indef Loaysa durch die Magellanische Straße segelte, hatte sich Soces mit seiner Caravelle San Lesmes von der Flotille getrennt und war bis 55° südlicher Breite verschlagen worden. „Dijeron los del buque que los parecia que era alli acabamiento de tierra;“ Navarrete, Viages de los Españoles T. V. p. 28 und 404–438. Fleureau behauptet, Soces habe nur das Cabo del buen Sucesso westlich von der Staaten-Insel gesehen. Gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts war bereits wieder eine so sonderbare Ungewissheit über die Gestalt des Landes verbreitet, daß der Sänger des Araucana glauben konnte (Canto I oot. 9), die Magellanische Meerenge habe sich durch ein Erdbeben und durch Hebung des Seebodens geschlossen: wogegen Alcosta (Historia natural y moral de las Indias lib. III cap. 10) das Feuerland für den Anfang seines großen südlichen Polarlandes hielt. (Vergl. auch Kosmos Buch II. S. 222 Anm. *.)

vorlag, während sein östliches Ufer Cattigara und das Land der Sinen (Thinen) bilden sollte. Hipparch's phantastische Hypothese, nach welcher diese östliche Masse des Großen Busens sich an den gegen Morgen weit vorgestreckten Theil des afrikanischen Continents*) anschloß und so aus dem indischen Meere ein gesperrtes Binnenmeer machte, war glücklicherweise im Mittelalter, trotz der Anhänglichkeit an die Aussprüche des Ptolemäus, wenig beachtet worden; sie würde gewiß auf die Richtung großer nautischer Unternehmungen einen nachtheiligen Einfluß ausgeübt haben.

Die Entdeckung und Besäufung der Südsee bezeichnen für die Erkenntniß großer kosmischer Verhältnisse eine um so wichtigere Epoche, als durch dieselben zuerst und also vor kaum viertelhalb hundert Jahren nicht bloß die Gestaltung der Westküste des Neuen und der Ostküste des Alten Continents bestimmt wurde, sondern weil auch, was meteorologisch noch weit folgereicher wurde, die numerische Größenvergleichung der Areale des Festen und Flüssigen auf der Oberfläche unseres Planeten nun endlich von den irrigen Ansichten befreit zu werden anfing. Durch die Größe dieser Areale, durch die relative Vertheilung des Festen und Flüssigen werden aber der Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, der wechselnde Luftdruck, die Vegetationskraft der Pflanzendecke, die größere oder geringere Verbreitung gewisser Thiergeschlechter und so viele andere allgemeine Erscheinungen und physische Prozesse mächtig bedingt. Der größere Flächenraum, welcher dem Flüssigen, als dem das Feste bedeckenden Elemente, eingeräumt ist, (im Verhältniß von $2\frac{1}{2}$ zu 1), vermindert allerdings das bewohnbare Feld für die Ansiedelung des Menschengeschlechts, die nährend Fläche für den größeren Theil der Säugethiere, Vögel und Reptilien: er ist aber nach den jetzt herrschenden Gesetzen des Organismus ein nothwendiges Bedingniß der Erhaltung, eine wohlthätige Natureinrichtung für alles, was die Continente belebt.

Als am Ende des 15ten Jahrhunderts der lebhafteste Drang nach dem kürzesten Wege entstanden war, der zu den asiatischen Gewürzländern führen könnte; als fast gleichzeitig in zwei geistreichen Männern Italiens, in dem Seefahrer Christoph Columbus und dem Arzte und Astronomen †) Paul Toscanelli, die Idee aufkeimte, den Orient durch eine Schiffsahrt gegen Westen zu erreichen: war die Meinung herrschend, welche Ptolemäus im *Almagest* aufgestellt, daß der Alte Continent von der westlichen Küste der iberischen Halbinsel bis zu dem Meridian der östlichen Sinen einen Raum von 180 Aequatorialgraden ausfülle, d. i. seiner Erstreckung nach von Westen nach Osten die ganze Hälfte des Erdsphäroids. Columbus, durch eine lange Reihe falscher Schlüsse verleitet, erweiterte diesen Raum auf 240°; die erwünschte asiatische Ostküste schien ihm bis in den Meridian von San Diego in Neu-Californien vorzutreten. Columbus hoffte demnach, daß er nur 120 Meridiangrade würde zu durchschiffen haben, statt der 231°, um welche z. B. die reiche sinesische Handelsstadt Quinsay westlich von der Endspitze der iberischen Halbinsel wirklich gelegen ist. Auf eine noch sonderbarere, seine Entwürfe begünstigende Weise verminderte Toscanelli in seinem Briefwechsel mit dem Admiral das Gebiet des flüssigen Elements. Das Wassergebiet sollte von Portugal bis China auf 52° Meridian-Unterschied eingeschränkt werden, so daß, ganz wie nach dem alten Ausspruche des Propheten Esdras, $\frac{6}{7}$ der Erde trocken lägen. Columbus zeigte sich dieser Annahme in späteren Jahren (in einem Briefe, den er an die Königin Isabella von Haiti aus gleich nach vollbrachter dritter Reise

*) Ob die Isthmus-Hypothese, nach welcher das ostafrikanische Vorgebirge Praium sich an die ost-asiatische Landzunge von India anschließt, auf Marinus Prius, oder auf Hipparch, oder auf den Babylonier Seleucus, oder nicht vielmehr auf den Aristoteles de Coelo (II, 14) zurückgeführt werden soll: habe ich umständlich an einer anderen Stelle erörtert. (Examen crit. T. I. p. 144, 161 und 229, T. II. p. 270–372).

†) Paolo Toscanelli war als Astronom so ausge-

zeichnet, daß Böhaim's Lehrer, Regiomontanus, ihm 1463 sein gegen den Cardinal Nicolaus de Cusa gerichtetes Werk de Quadratura Circuli zuignete. Er construirte den großen Gnomon in der Kirche Santa Maria Novella zu Florenz und starb 1482 in einem Alter von 85 Jahren, ohne die Freude gehabt zu haben, die Entdeckung des Vorgebirges der guten Hoffnung durch Diaz und die des tropischen Theils des Neuen Continents durch Columbus zu erleben.

richtete) um so geneigter, als dieselbe von dem Manne, welcher für ihn die höchste Autorität war, von dem Cardinal d'Alley, in seinem Weltgemälde (Imago Mundi) vertheidigt *) worden war.

Erst sechs Jahre nachdem Balboa, ein Schwerdt in der Hand, bis zum Knie in die Fluthen tretend, für Castilien Besitz von der Südsee zu nehmen glaubte, zwei Jahre nachdem sein Haupt in dem Aufzuge gegen den tyrannischen Pedrarias Davila †) durch Senkers Hand gefallen war: erschien Magellan (27. Nov. 1520) in der Südsee, durchschiffte den weiten Ocean von Südost nach Nordwest in einer Strecke von mehr als dritthalb tausend geographischen Meilen, und sah, durch ein sonderbares Geschick, ehe er die Marianen (seine Islas de los Ladrones oder de las Velas Latinas) und die Philippinen entdeckte, kein anderes Land als zwei kleine unbewohnte Inseln (die Unglücklichen, Desventuradas), von denen, wenn man seinem Journale und seiner Schiffsrechnung trauen könnte, die eine östlich von den Niedrigen Inseln (Low Islands), die andere etwas südwestlich vom Archipel des Mendana liegt ‡). Sebastian de Elcano vollendete nach Magellan's Ermor-

*) Da der Alte Continent von dem westlichen Ende der iberischen Halbinsel bis zur Küste von China fast 130° Meridian-Unterschied zählt, so bleiben ohngefähr 230° für den Raum übrig, den Columbus würde zu durchschiffen gehabt haben, wenn er wollte bis Cathai (China), weniger, wenn er nur wollte bis Zipangi (Japan) gelangen. Der hier von mir bezeichnete Meridian-Unterschied von 230° gründet sich auf die Lage des vorzugewöhnlichen Vorgebirges St. Vincent (long. 11° 20' westlich von Paris) und des weit vortretenden chinesischen Ufers bei dem ehemals so berühmten, von Columbus und Toscanelli oft genannten Hafen Quinsay (Breite 30° 28', Länge 117° 47' östlich von Paris). Synonyme für Quinsay in der Provinz Schekiang sind Kamsu, Hangtscheufu, Kingtsu. Der asiatische östliche Weltverkehr war im 13ten Jahrhundert getheilt zwischen Quinsay und Jaitun (Pinghai oder Feuerburg), welches der Insel Formosa (damals Lungfan) gegenüber unter 25° 5' nördlicher Breite lag (s. Klapproth, *Tableaux hist. de l'Asie* p. 227). Der Abstand des Vorgebirges St. Vincent von Zipangi (Nippon) ist 22 Längengrade geringer wie von Quinsay, also statt 230° 53' ohngefähr nur 209°. Auffallend ist es, daß die ältesten Angaben, die des Eratosthenes und Strabo (lib. I. p. 64), dem oben gegebenen Resultate von 129° für den Meridian-Unterschied der *oikouménē* durch zufällige Compensationen bis auf 10° nahe kommen. Strabo sagt gerade an der Stelle, wo er der möglichen Existenz von zwei großen bewohnbaren Festländern in der nördlichen Erdhälfte gedenkt, daß unsere *oikouménē* im Vergleich von Thina (Athen, s. oben R 8 m o s Buch II. S. 288) mehr als $\frac{1}{4}$ des ganzen Erbkreislaufes ausmacht. Marinus Tyrinus, durch die Dauer der Schiffsahrt von Rhos Formosa nach Indien, durch die irrig angenommene Richtung der größeren Arc des asiatischen Meeres von Westen nach Osten und die Ueberschätzung der Länge des Landweges zu den Serern verleitet, gab dem Alten Continent statt 129° volle 225°. Die chinesische Küste wurde dadurch bis zu den Sandwich-Inseln vorgeückt. Columbus zieht dies Resultat natürlich dem des Ptolemäus vor, nach welchem Quinsay nur in den östlichen Theil des Archipels der Carolinen fallen würde. Ptolemäus setzt nämlich im Almagest (II, 1) die Küste der Sinae auf 180°, in der Geographie (lib. I. cap. 12) auf 177° $\frac{1}{4}$. Da Columbus die Schiffsahrt von Iberien zu den Sinen auf 120°, Toscanelli gar nur auf 52° ansetzt, so konnten beide, wenn sie die Länge des Mittelmeers zu ohngefähr 40° schätzten, das so gewagt scheinende Unternehmen allerdings ein brevissimo camino heißen. Auch Martin Behaim setzt auf seinem Weltapfel, dem berühmten Globus, welchen er 1492 vollendete und welcher noch im Behaim'schen Hause zu Nürnberg aufbewahrt wird, die Küste von

China (den Thron des Königs von Mango, Cambalu und Cathay) nur 100° westlich von den Azoren, d. i., da Behaim 4 Jahre in Fayal lebte und wahrscheinlich von diesem Punkte den Abstand rechnet, wieder nur 119° 40' westlich vom Vorgebirge St. Vincent. Columbus wird wahrscheinlich Behaim in Lissabon genannt haben, wo beide von 1480 bis 1484 sich aufhielten. (S. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II. p. 357-369.) Die vielen ganz unrichtigen Zahlen, welche man in allen Schriften über die Entdeckung von Amerika und die damals vermutete Ausdehnung des östlichen Asiens findet, haben mich veranlaßt, die Meinungen des Mittelalters genauer mit denen des classischen Alterthums zu vergleichen.

†) Von weißen Menschen ist in einem Canot zuerst besichtigt der östliche Theil des stillen Meeres, als Alonso Martin de Don Benito, der den Meerhorizont mit Vasco Nunez de Balboa am 25. Sept. 1513 auf der kleinen Bergkette von Nuareque gesehen, einige Tage darauf am Zipimus zu dem Golfo de San Miguel herabstieg, ehe Balboa die abenteuerliche Ceremonie der Besignahme ausführte. Schon sieben Monate früher, im Januar 1513, meldete Balboa seinem Hofe, daß das südliche Meer, von welchem er die Eingeborenen reden hörte, sehr leicht zu besichtigen wäre: *mar muy manea y que nunca anda brava como la mar de nuestra banda* (de las Antillas). Der Name Oceano Pacifico wurde indeß, wie Pigafetta erzählt, der Mar del Sur (des Balboa) erst von Magellan gegeben. Schon ehe Magellan's Expedition zu Stande kam (10. August 1519), hatte die spanische Regierung, der es nicht an sorgfamer Thätigkeit fehlte, im November 1514, gleichzeitig dem Pedrarias Davila, Gouverneur der Provinz Castilla del Oro (der nordwestlichsten von Südamerika), und dem großen Seemann Juan Diaz de Solis geheime Befehle erteilt: dem ersteren, 4 Caravelen im Golfo de San Miguel bauen zu lassen, „um Entdeckungen in der neuentdeckten Sübsee zu machen“; dem zweiten, von der östlichen Küste America's aus eine Deffnung, *abertura de la tierra*, zu finden, um in den Rücken (á espaldas) des neuen Landes, d. i. in den meerumflossenen westlichen Theil der Castilla del Oro, zu gelangen. Die Expedition des Solis (Oct. 1515 bis Aug. 1516) führte weit gegen Süden und zur Entdeckung des Rio de la Plata, welcher lange Rio de Solis genannt wurde. (Vergl. über diese wenig bekannte erste Entdeckung des stillen Meeres Petrus Martyr, Epist. DCL p. 296 mit den Documenten von 1513-1515 in Navarrete T. III. p. 134 und 357; auch mein Examen crit. T. I. p. 320 und 350.)

‡) S. über die geographische Lage der zwei Unglücklichen Inseln (San Pablo lat. 16° $\frac{1}{4}$ Süd, long. 135° $\frac{3}{4}$ westlich von Paris; Isla de Tiburones lat.

ding auf der Insel Zebu die erste Weltumseglung in der *Nao Victoria* und erhielt zum Wappen einen Erdglobus mit der ruhmvollen Inschrift: *Primus circumdodisti me*. Er lief erst im September 1522 in den Hafen von San Lucar ein; und noch war kein volles Jahr vergangen, so drang schon Kaiser Carl, von Cosmographen belehrt, in einem Briefe an Hernan Cortez auf die Entdeckung einer Durchfahrt, „die den Weg nach den Gewürzländern um $\frac{2}{3}$ verkürzen würde.“ Die Expedition des Alvaro de Saavedra wird aus einem Hafen der Provinz Zacatula an der Westküste von Mexico nach den Molukken geschickt. Hernan Cortez correspondirt (1527) von der neu eroberten mexicanischen Hauptstadt Tenochtitlan aus „mit den Königen von Zebu und Tidor in der asiatischen Inselwelt.“ So schnell vergrößerte sich räumlich die Weltansicht und mit ihr die Lebhaftigkeit des Weltverkehrs!

Später ging der Eroberer von Neu-Spanien selbst auf Entdeckungen in der Südsee und durch die Südsee auf die einer nordöstlichen Durchfahrt aus. Man konnte sich nicht an die Idee gewöhnen, daß das Festland undurchbrochen sich von so hohen Breiten der südlichen bis zu hohen Breiten der nördlichen Hemisphäre meridianartig ausdehne. Als von den Küsten Californiens her das Gerücht von dem Untergange der Expedition des Cortez verbreitet wurde, ließ die Gemahlin des Helden, Juana de Zuniga, die schöne Tochter des Grafen von Aguilar, zwei Schiffe ausrüsten, um sichere Nachricht einzuholen *). Californien wurde, was man im 17ten Jahrhundert wieder vergaß, schon vor 1541 für eine dürre waldlose Halbinsel erkannt. Aus den uns jetzt bekannten Berichten von Balboa, Pedrarias Davila und Hernan Cortez leuchtet übrigens hervor, daß man damals in der Südsee, als in einem Theile des indischen Oceans, gruppenweise „an Gold, Edelsteinen, Gewürzen und Perlen reiche Inseln“ zu entdecken hoffte. Die aufgeregte Phantasie trieb zu großen Unternehmungen an, wie denn die Kühnheit dieser im Gelingen und Nichtgelingen auf die Phantasie zurückwirkte und sie mächtiger entflammte. So vereinigte sich vieles in dieser wunderbaren Zeit der Conquista (Zeit der Anstrengung, der Gewaltthätigkeit und des Entdeckungsschwinds auf Meer und Land), das, trotz des gänzlichen Mangels politischer Freiheit, die individuelle Ausbildung der Charaktere begünstigte und Einzelnen höhergaben manches Erle erringen half, was nur den Tiefen des Gemüthes entquillt. Man irrt, wenn man die Conquistadores allein von Goldgeiz oder gar von religiösem Fanatismus geleitet glaubt. Gefahren erhöhen immer die Poesie des Lebens; dazu gab das mächtige Zeitalter, das wir hier in seinem Einflusse auf die Entwicklung kosmischer Ideen schildern, allen Unternehmungen, wie den Natureindrücken, welche ferne Reisen darbieten, einen Reiz, der unserem gelehrten Zeitalter in den jetzt so vielfach aufgeschlossenen Erdräumen zu mangeln beginnt: den Reiz der Neuheit und staunenerregender Ueberraschung. Nicht eine Erdhälfte, sondern fast $\frac{2}{3}$ der Erdfugel waren damals noch eine neue und unerforschte Welt: ungesehen wie die eine abgewandte Mondhälfte, welche nach den waltenden Gravitationsgesetzen dem Blick der Erdbewohner für immer entzogen bleibt. Unserem tiefer forschenden und in Ideenreichthum fortgeschrittenen Zeitalter ist ein Ersatz geworden für die Abnahme jener Ueberraschung, welche die Neuheit großer, massenhaft imponirender Naturerscheinungen einst hervorrief: ein Ersatz, freilich nicht für den großen Haufen, son-

10° 34' Süd, long. 145°) das Examen crit. T. I. p. 286 und Navarrete T. IV. p. LIX, 52, 218 und 267. — Zu so ruhmvollen Wappenaus schmückungen, als wir im Irtre für die Nachkommen des Sebastian de Elcano erwähnt haben (der Weltfugel mit der Inschrift: *Primus circumdodisti me*), gab die große Zeit der Entdeckungen im Raume mehrfache Veranlassung. Das Wappen, welches dem Columbus, „um seine Person bei der Nachwelt zu verherrlichen, para sublimarlo“, schon den 20. Mai 1493 gegeben wird, enthält die erste Karte von America, eine Inselreihe, die einem Golf vorliegt, (Diezbo, Hist. general de las Indias, ed. de 1547,

lib. II cap. 7 fol. 10, a; Navarrete T. II. p. 37; Examen. crit. T. IV. p. 236.) Kaiser Carl V. gab dem Diego de Orta, der sich rühmte, den Vulkan von Orizaba erstiegen zu haben, das Bild dieses Regelsberges, dem Geschichtschreiber Diezbo, welcher 34 Jahre (von 1613–1547) ununterbrochen im tropischen America lebte, die vier schönen Sterne des südlichen Kreuzes zu Wappenschildern (Diezbo lib. II cap. 11 fol. 16, b.)

*) E. mein E-sai politique sur le royaume de la Nouvelle-Espagne T. II. (1827) p. 259 und Prescott, History of the Conquest of Mexico (New York 1843) Vol. III. p. 271 und 336.

bern lange noch für die kleine Zahl der mit dem Zustand der Wissenschaften vertrauten Physiker. Ihn gewährt die zunehmende Einsicht in das stille Treiben der Kräfte der Natur: sei es in dem Electro-Magnetismus oder in der Polarisation des Lichtes, in dem Einfluß diathermaner Substanzen oder in den physiologischen Erscheinungen lebendiger Organismen — eine sich enthüllende Wunderwelt, an deren Eingang wir kaum gelangt sind!

Noch in der ersten Hälfte des 16ten Jahrhunderts wurden die Sandwich-Inseln, das Land der Papuas und einige Theile von Neu-Holland entdeckt*). Diese Entdeckungen bereiteten vor zu denen von Cabrillo, Sebastian Vizcaino, Mendana †) und Quiros, dessen Sagittaria Tahiti, dessen Archipelago del Espiritu Santo die Neuen Hebriden von Cook sind. Quiros war von dem kühnen Seefahrer begleitet, welcher später der Torres-Strasse seinen Namen gab. Die Südsee erschien nun nicht mehr, wie dem Magellan, eine Einöde; sie erschien durch Inseln belebt, die aber freilich aus Mangel genauer astronomischer Ortsbestimmungen, wie schlecht gewurzelt, auf den Carten hin und her schwankten. Die Südsee blieb auch lange der alleinige Schauplatz von den Unternehmungen der Spanier und Portugiesen. Die wichtige südindisch-malayische Inselwelt, von Ptolemäus, Cosmas und Polo dunkel beschrieben, entfaltete sich in bestimmteren Umrissen, seitdem Albuquerque (1511) sich in Malacca festsetzte und Anton Abreu schiffte. Es ist das besondere Verdienst des classischen portugiesischen Geschichtsschreibers Barros, eines Zeitgenossen von Magellan und Camoens, die Eigenthümlichkeit des physischen und ethnischen Charakters der Inselwelt so lebendig erkannt zu haben, daß er zuerst das australische Polynesien als einen fünften Erdtheil abzusondern vorschlug. Erst als die holländische Macht in den Molukken die herrschende wurde, fing Australien an aus dem Dunkel herauszutreten und sich für den Geographen zu gestalten ‡). Es begann nun die große Epoche von Abel Tasman. Wir liefern hier nicht die Geschichte der einzelnen geographischen Entdeckungen; wir erinnern bloß an die Hauptereignisse, durch welche in kurzer Zeit und in enger Verkettung, folgend dem plötzlich erwachten Streben nach allem Weiten, Unbekannten und Fernen, zwei Dritteltheile der Erdoberfläche erschlossen wurden.

Einer solchen erweiterten Kenntniß von Land- und Meeresräumen entsprach auch die erweiterte Einsicht in das Wesen und die Geseze der Naturkräfte, in die Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper, in den Reichthum der Organismen und die Grenzen ihrer Verbreitung. Die Fortschritte, welche am Schlusse des, wissenschaftlich zu gering geachteten Mittelalters die einzelnen Disciplinen gemacht hatten, beschleunigten das Auffassen und die sinnige Vergleichung einer maaslosen Fülle physischer Erscheinungen, die auf einmal der Beobachtung dargeboten wurden. Die Eindrücke waren um so tiefer, zur Ergründung von kosmischen Gesezen um so anregender, als die westlichen Völker Europa's vor der Mitte des 16ten Jahrhunderts den Neuen Continent bereits in den verschiedensten Breitengraden beider Hemisphären, wenigstens den Küsten nahe, durchforscht hatten, als sie hier zuerst in der eigentlichen Aequatorial-Gegend festen Fuß gefaßt und als durch die dortige sonderbare Höhengestaltung der Erdoberfläche auf engen Räumen die auffallendsten Contraste der vegetabilischen Organisation und der Klimate sich ihren Blicken darge-

*) Gaetano entdeckte eine der Sandwich-Inseln 1542. Ueber die Schiffahrt des Don Jorge de Meneses (1526) und des Alvaro de Saavedra (1528) nach den Ilhas de Papuas s. Barros da Asia Dec. IV. liv. I. cap. 16 und Navarrete T. V. p. 125. Die im britischen Museum aufbewahrte und von dem gelehrten Dalmatien unterfuchte Hydrographie von Joh. Rob. (1542) enthält Umrisse von Neu-Holland, wie auch die Cartenraumung von Jean Balarb aus Dieppe (1552), deren erste Kenntniß wir Herrn Coquebert Monbret verdanken.

†) Nach dem Tode von Mendana übernahm in der Südsee seine durch persönlichen Muth und große Größgaben ausgezeichnete Frau Doña Isabela Bareto

den Befehl der Expedition, welche erst 1596 erbielte (Bassai pol. sur la Nouv. Esp. T. IV. p. 111). — Quiros führte auf seinen Schiffen die Entsalzung des Seewassers im großen ein, und sein Vorsehl wurde mehrfach befolgt (Navarrete T. I. p. LIII). Die ganze Operation war, wie ich an einem anderen Orte durch das Zeugniß des Alexander von Aphrodisias erwiesen, schon im dritten Jahrhundert nach unserer Zeitrechnung bekannt, wenn auch wohl nicht auf Schiffen benutzet.

‡) S. das vorreflektirte Werk von Professor Meindke in Vrenslau: das Festland Australien, eine geogr. Monographie, 1837 Th. I. S. 2-10.

stellt hatten. Wenn ich mich hier wieder veranlaßt finde die begeistigenden Vorzüge der Gebirgsländer in der Aequinoctial-Zone besonders hervorzuheben, so kann mich der schon mehrfach wiederholte Ausspruch rechtfertigen, daß es den Bewohnern dieser Länder allein verbleiben ist alle Gestirne der Himmelsräume wie fast alle Familien-Gestaltungen der Pflanzenwelt zu schauen; aber schauen ist nicht beobachten, d. h. vergleichend combiniren.

Wenn sich auch in Columbus, wie ich in einem anderen Werke glaube bewiesen zu haben, bei völligem Mangel naturhistorischer Vorkenntnisse, bloß durch den Contact mit großen Naturphänomenen der Sinn für genaue Beobachtung auf mannigfaltige Weise entwickelte, so darf man keineswegs eine ähnliche Entwicklung in der rohen und kriegerischen Masse der Conquistadoren voraussetzen. Was Europa unbestreitbar durch die Entdeckung von Amerika als Bereicherung seines naturhistorischen und physikalischen Wissens über die Constitution des Luftkreises und seine Wirkungen auf die menschliche Organisation, über die Vertheilung der Klimate am Abhange der Cordilleren, über die Höhe des ewigen Schnees nach Maaßgabe der verschiedenen Breitengrade in beiden Hemisphären, über die Reibefolge der Vulkane, die Begrenzung der Erschütterungsekreise bei Erdbeben, die Geseze des Magnetismus, die Richtung der Meeresströme, die Abstufungen neuer Thier- und Pflanzenformen allmählig erlangt hat: verdankt es einer anderen, friedsameren Classe von Reisenden, einer geringen Zahl ausgezeichneten Männer unter den Municipal-Beamten, Geistlichen und Aerzten. Diese konnten, in alt-indischen Städten wohnend, deren einige zwölftausend Fuß hoch über dem Meere liegen, mit eigenen Augen beobachten, während eines langen Aufenthaltes das von Anderen Gesehene prüfen und combiniren, Naturproducte sammeln, beschreiben und ihren europäischen Freunden zusenden. Es genügt hier Gomara, Oviedo, Acosta und Hernandez zu nennen. Einige Naturproducte (Früchte und Thierfelle) hatte Columbus bereits von seiner ersten Entdeckungsexpeditio heimgebracht. In einem Briefe aus Segovia (August 1494) fordert die Königin Isabella den Admiral auf, in seinem Einsammeln fortzufahren. Sie begehrt von ihm besonders „alle Strand- und Waldvögel von Ländern, die ein anderes Klima und andere Jahreszeiten haben.“ Man hat bisher wenig darauf geachtet, daß von derselben Westküste von Afrika, von der Hanno fast 2000 Jahre früher „gegerbte Felle wilder Frauen“ (der großen Gorilla-Affen) mitbrachte, um sie in einem Tempel aufzuhängen, Martin Behaim's Freund Cadamosto schwarzes, 1½ Palmen langes Elephantenhaar für den Infanten Heinrich den Seefahrer sammelte. Hernandez, Leibarzt Philipps II. und von diesem Monarchen nach Mexico gesandt, um alle vegetabilischen und zoologischen Merkwürdigkeiten des Landes in herrlichen Abbildungen darstellen zu lassen, konnte seine Sammlungen durch die Copie mehrerer sehr sorgfältig ausgeführter naturhistorischer Gemälde bereichern, welche auf Befehl eines Königs von Tezcuco Nezahualcoyotl *) (ein halbes Jahrhundert vor Ankunft der Spanier) angefertigt worden waren. Auch kenupte Hernandez eine Zusammenstellung von Medicinalpflanzen, die er in dem berühmten alt-mexicanischen Garten von Huartepec noch vegetirend gefunden. Wegen eines neuen angelegten spanischen Krankenhauses †) hatten die Conquistadoren jenen Garten nicht verwüthet. Fast

*) Dieser König starb zur Zeit des mexicanischen Königs Arapacatl, welcher von 1464 bis 1477 regierte. Ein Abkömmling des Nezahualcoyotl, eines Dichterkönigs, war der gelehrte einheimische Geschichtschreiber Hernando de Alva Ixtlilxochitl, dessen handschriftliche Chronik der Chichimequen ich 1803 im Pallaste des Nicofönigs von Mexico gesehen und die Herr Prescott se glücklich benutzt hat (Conquest of Mexico Vol. I. p. 61, 173 und 206, Vol. III. p. 112). Der aztekische Name des Geschichtschreibers Hernando de Alva bedeutet Baurillen-Gesicht. Herr Ternaux-Compans hat 1840 eine französische Uebersetzung des Manuscripts in Paris drucken lassen. — Die Nachricht über die langen Elephantenhaare, welche Cadamosto sammelte, findet

Sumboldt's Kosmos.

bet sich in Ramusio Vol. I. p. 109 und in Grynaeus cap. 43 p. 33.

†) Clavigero, Storia antica del Messico (Cesena 1780) T. II. p. 153. Es ist nach den übereinstimmenden Zeugnissen von Hernan Cortes in seinen Berichten an Kaiser Carl V., von Bernal Diaz, Gomara, Oviedo und Hernandez keinem Zweifel unterworfen, daß zur Zeit der Eroberung von Montezuma's Reich in seinem Theile von Europa Menagerien und botanische Gärten (Sammlungen lebender Thiere und Pflanzen) entstanden waren, die man mit denen von Huartepec, Chapultepec, Xzabalapan und Tezcuco hätte vergleichen können. (Prescott Vol. I. p. 178, Vol. II. p. 66 und 117–121, Vol. III p. 42.) — Ueber die

gleichzeitig sammelte man und beschrieb, was später für die Theorie der successiven Hebung der Gebirgsketten so wichtig wurde, fossile Mastodonten-Knochen auf den Hochebenen von Mexico, Neu-Granada und Peru. Die Benennungen: Giganten-Knochen und Giganten-Felder (Campos de Gigantes) bezeugen das Phantastische der ersten Deutungen.

Was in dieser vielbewegten Zeit auch wesentlich zur Erweiterung der Weltansichten beitrug, war der unmittelbare Contact einer zahlreichen europäischen Menschenmasse mit der freien und dabei großartigen erotischen Natur in den Ebenen und Gebirgsländern von Amerika, wie auch (als Folge der Schifffahrt von Vasco de Gama) an den östlichen Küsten von Afrika und Südbindien. Hier legte schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts ein portugiesischer Arzt, Garcia de Orta, da wo jetzt Bombay liegt, unter dem Schutze des edlen Martin Alfonso de Sousa, einen botanischen Garten an, in welchem er die Arzneigewächse der Umgegend cultivirte. Die Muse des Camoens hat ihm ein patriotisches Lob gespendet. Der Trieb zum Selbstbeobachten war nun überall erwacht, während die cosmographischen Schriften des Mittelalters minder das Resultat eigener Anschauung gewesen sind, als Compilationen, welche die Meinungen des classischen Alterthums einformig wiedergaben. Zwei der größten Männer des 16. Jahrhunderts, Conrad Gesner und Andreas Cäsaspinus, haben in Zoologie und Botanik einen neuen Weg rühmlichst vorgezeichnet.

Um anschaulicher den frühen Einfluß zu bezeichnen, den die oceanischen Entdeckungen auf die erweiterte Sphäre des physischen und astronomisch-nautischen Wissens ausübt, will ich, am Schluß dieser Schilderung, auf einige Lichtpunkte aufmerksam machen, die wir bereits in den Berichten des Columbus aufglimmen sehen. Ihr erster schwacher Glanz verdient um so sorgfältiger beachtet zu werden, als sie die Keime allgemeiner kosmischer Ansichten enthalten. Ich übergehe die Beweise von Resultaten, welche ich hier aufstelle, weil ich dieselben in einer anderen Schrift: „Kritische Untersuchungen über die historische Entwicklung der geographischen Kenntnisse von der Neuen Welt und der nautischen Astronomie in dem 15ten und 16ten Jahrhundert“ ausführlich gegeben habe. Um aber dem Verdacht zu entgehen, daß ich die Ansichten der neueren Physik den Beobachtungen des Columbus unterlege, fange ich ausnahmsweise damit an, aus einem Briefe, den der Admiral im Monat October 1498 aus Haiti geschrieben, einige Zeilen wörtlich zu übersetzen. Es heißt in diesem Briefe: „Jedesmal, wenn ich von Spanien nach Indien segle, finde ich, sobald ich hundert Seemeilen nach Westen von den Azoren gelange, eine außerordentliche Veränderung in der Bewegung der himmlischen Körper, in der Temperatur der Luft und in der Beschaffenheit des Meeres. Ich habe diese Veränderungen mit besonderer Sorgfalt beobachtet, und erkannt, daß die Seecompassen (agujas de marear), deren Declination bisher in Nordosten war, sich nun nach Nordwesten hinüberbewegten; und wenn ich diesen Strich (raya), wie den Rücken eines Hügels (como quien traspone una cuesta), überschritten hatte, fand ich die See mit einer solchen Masse von Tang, gleich kleinen Tannenzweigen, die Pistacien-Früchte tragen, bedeckt, daß wir glauben mußten, die Schiffe würden aus Mangel von Wasser auf eine Untiefe auflaufen. Vor dem eben bezeichneten Striche aber war keine Spur von solchem Seekraute zu sehen. Auch wird auf der Grenzscheide (hundert Meilen westlich von den Azoren) auf einmal das Meer still und ruhig, fast nie von einem Winde bewegt. Als ich von den canarischen Inseln bis zum Parallel von Sierra Leone herabkam, hatte ich eine furchtbare Hitze zu ertragen; sobald wir aber uns jenseits der oben erwähnten raya (in Westen des Meridians der azorischen Inselgruppe) befanden, veränderte sich das Klima, die Luft wurde gemäßiget, und die Frische nahm zu, je weiter wir vorwärts kamen.

Diese Stelle, welche durch mehrere andere in den Schriften des Columbus erläutert wird, enthält Ansichten der physischen Erdkunde, Bemerkungen über den Einfluß der geo-

graphischen Länge auf die Abweichung der Magnetnadel, über die Inflexion der isothermen Linien zwischen den Westküsten des Alten und den Ostküsten des Neuen Continents, über die Lage der großen Sargasso-Bank in dem Becken des atlantischen Meeres, und die Beziehungen, in welchen dieser Meeresstrich zu dem über ihm liegenden Theile der Atmosphäre steht. Irrige Beobachtungen*) der Bewegung des Polarsternes in der Nähe der azorischen Inseln hatten Columbus schon auf der ersten Reise, bei der Schwäche seiner mathematischen Kenntnisse, zu dem Glauben an eine Unregelmäßigkeit in der Kugelgestalt der Erde verführt. In der westlichen Hemisphäre ist nach ihm „die Erde angeschwollener, die Schiffe gelangen allmählich in größere Nähe des Himmels, wenn sie an den Meeresstrich (raya) kommen, wo die Magnetnadel nach dem wahren Norden weist; eine solche Erhöhung (cuesta) ist die Ursach der kühleren Temperatur.“ Der feierliche Empfang des Admirals in Barcelona war im April 1493, und schon am 4. Mai desselben Jahres wird jene berühmte Bulle, welche die Demarcationslinie †) zwischen dem spanischen und portugiesischen Besitzrechte in einer Entfernung von 100 Meilen westlich von den Azoren, „auf ewige Zeiten“ feststellt, vom Papste Alexander VI. unterzeichnet. Wenn man dazu erwägt, daß Columbus gleich nach seiner Rückkehr von der ersten Entdeckungsreise die Absicht hatte, selbst nach Rom zu gehen, um, wie er sagt, „dem Papste über alles, was er entdeckt, Bericht abzustatten;“ wenn man der Wichtigkeit gedenkt, welche die Zeitgenossen des Columbus auf die Auffindung der magnetischen Curve ohne Abweichung legten: so kann man wohl eine von mir zuerst aufgestellte historische Behauptung gerechtfertigt finden, die Behauptung, daß der Admiral in dem Augenblicke der höchsten Hofgunst daran gearbeitet hat, „die physische Abgrenzungslinie in eine politische verwandeln zu lassen.“

Der Einfluß, den die Entdeckung von Amerika und die damit zusammenhängenden oceanischen Unternehmungen so schnell auf das gesammte physikalische und astronomische Wissen ausgeübt haben, wird am lebendigsten fühlbar gemacht, wenn man an die frühesten Eindrücke der Zeitgenossen und an den weiten Umfang wissenschaftlicher Bestrebungen erinnert, von denen der wichtigere Theil in die erste Hälfte des 16ten Jahrhunderts fällt. Christoph Columbus hat nicht allein das unbestreitbare Verdienst, zuerst eine Linie ohne magnetische Abweichung entdeckt, sondern auch durch seine Betrachtungen über die fortschreitende Zunahme der westlichen Abweichung, indem er sich von jener Linie entfernte, das Studium des Erdmagnetismus in Europa zuerst angeregt zu haben. Daß meist überall die Endspitzen einer sich frei bewegenden Magnetnadel nicht genau nach dem geographischen Nord- und Südpol hinweisen, würde zwar in dem mittelländischen Meere und an allen Orten, wo im zwölften Jahrhunderte die Abweichung über 8 bis 10 Grade betrug,

*) Observations de Christophe Colomb sur le passage de la Polaire par le méridien in meiner Relation hist. T. I. p. 506 und im Examen crit. T. III. p. 17–20, 44–51 und 56–61. (Vergl. auch Navarrete im Reisejournal des Columbus vom 16–30. Sept. 1492 p. 9, 15 und 254.)

†) Ueber die sonderbaren Verschiedenheiten der Bula de concesion á los Reyes Catholicos de las Indias descubiertas y que se descubrieren vom 3. Mai 1493 und der Bula de Alexandro VI. sobre la particion del Oceano vom 4. Mai 1493 (erläutert in der Bula de extension vom 25. September 1493) s. Examen crit. T. III. p. 52–54. Sehr verschieden von dieser Demarcationslinie ist die in der Capitulation de la particion del Mar Oceano entre los Reyes Catholicos y Don Juan Rey de Portugal vom 7. Junius 1494 bestimmte Scheidungslinie, 370 leguas (zu 17 1/2 auf einen Äquatorgrad) westlich von den capverdischen Inseln. (Vergl. Navarrete, Coleccion de los Viajes y descub. de los Esp. T. II. p. 28–35, 116–143 und 404, T. IV. p. 55 und 252.) Die letztgenannte, welche zu

dem Verkauf der Molukken (de el Maluco) an Portugal 1529 für die Summe von 350,000 Goldducaten geführt hat, stand in seiner Beziehung mit magnetischen und meteorologischen Phantasien. Die päpstlichen Demarcationslinien verdienen aber darum hier eine genauere Aufzählung, weil sie, wie im Texte erwähnt ist, einen großen Einfluß auf die Bestrebungen nach Vervollkommenung der nautischen Astronomie und besonders der Längemethoden ausgeübt haben. Recht merkwürdig ist es auch, daß die Capitulation vom 7. Jun. 1494 schon das erste Beispiel von der festen Bezeichnung eines Meridians durch in Felsen eingegrabene Marken oder errichtete Thürme giebt. Es wird befohlen: „que se haga alguna señal ó torre“ überall, wo der Grenzmeridian von Pol zu Pol in der östlichen oder westlichen Halbfugel eine Insel oder einen Continent durchschneidet. In den Continenten soll die raya, von Distanz zu Distanz, durch eine Reihe solcher Zeichen oder Thürme kenntlich gemacht werden: was allerdings kein kleines Unternehmen gewesen wäre!

auch bei einer großen Unvollkommenheit der Instrumente leicht mehrfach erkannt worden sein. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß die Araber oder die Kreuzfahrer, die mit dem Orient von 1096 bis 1270 in Berührung standen, indem sie den Gebrauch der chinesischen und indischen Seccompasse verbreiteten, zugleich auch damals schon auf die Nordost- und Nordwest-Weisung in verschiedenen Weltgegenden wie auf eine längst erkannte Erscheinung aufmerksam machten. Wir wissen nämlich bestimmt aus dem chinesischen Penth-saoyan, welches unter der Dynastie der Song *) zwischen 1111 und 1117 geschrieben ist, daß man damals die Quantität der westlichen Abweichung längst zu messen verstand. Was dem Columbus gehört, ist nicht die erste Beobachtung der Existenz der Abweichung (letztere findet sich z. B. schon auf der Carte von Andrea Bianco 1436 angegeben) sondern die Bemerkung, welche er am 13. Sept. 1492 machte, „daß $2^{\circ} \frac{1}{2}$ östlich von der Insel Corvo die magnetische Variation sich verändert, daß sie von N. nach NW. überging.“

Diese Entdeckung einer magnetischen Linie ohne Abweichung bezeichnet einen denkwürdigen Zeitpunkt in der nautischen Astronomie. Sie wird, mit gerechtem Lobe, von Oviedo, las Casas und Herrera gesehrt. Wenn man dieselbe mit Livio Sanuto dem berühmten Seemann Sebastian Cabot zuschreibt, so vergißt man, daß dessen erste, auf Kosten einiger Kaufleute von Bristol unternommene und durch die Verührung des Festlandes von Amerika gekrönte Reise um fünf Jahre später fällt, als die erste Expedition des Columbus. Dieser aber hat nicht bloß das Verdienst gehabt, im atlantischen Ocean eine Gegend aufgefunden zu haben, in welcher damals der magnetische Meridian mit dem geographischen zusammenfiel; er machte zugleich auch die sinnreiche Bemerkung, daß die magnetische Abweichung mit dazu dienen könne, den Ort des Schiffes in Hinsicht auf dessen Länge zu bestimmen. In dem Journal der zweiten Reise (April 1496) sehen wir den Admiral sich wirklich nach der beobachteten Abweichung orientiren. Die Schwierigkeiten, welche dieser Längenmethode besonders da entgegen stehen, wo die magnetischen Abweichungscurven sich so beträchtlich krümmen, daß sie nicht der Richtung der Meridiane, sondern in großen Strecken der der Parallele folgen, waren freilich damals noch unbekannt. Magnetische und astronomische Methoden wurden ängstlich gesucht, um auf Land und Meer die Punkte zu bestimmen, welche von der ideal aufgestellten Demarcationslinie durchschnitten werden. Die Wissenschaft und der unvollkommene Zustand aller auf dem Meere zu brauchenden, raum- und zeitmessenden Instrumente waren 1493 der praktischen Lösung einer so schwierigen Aufgabe noch nicht gewachsen. Unter diesen Verhältnissen leistete Pabst Alexander VI., indem er den Uebermuth hatte, eine Erdhälfte unter zwei mächtige Reiche zu theilen, ohne es zu wissen, gleichzeitig wesentliche Dienste der astronomischen Nautik und der physikalischen Lehre vom Erdmagnetismus. Auch wurden die Seemächte von da an mit einer Unzahl unausführbarer Vorschläge bedrängt. Sebastian Cabot (so berichtet sein Freund Richard Eden) rühmte sich noch auf seinem Sterbebette, daß ihm „durch göttliche Offenbarung eine untrügliche Methode mitgetheilt worden sei, die geographische Länge zu finden.“ Diese Offenbarung war der feste Glaube an die mit den Meridianen sich regelmäßig und schnell verändernde magnetische Abweichung. Der Cosmograph Alonso de Santa Cruz, einer der Lehrer des Kaisers Carls V., unternahm es, die erste allgemeine

*) Sehr bemerkenswerth scheint mir zu sein, daß der früheste classische Schriftsteller über den Erdmagnetismus, William Gilbert, bei welchem man nicht die geringste Kenntniß der chinesischen Literatur vermuthen kann, doch den Seccompas für eine chinesische Erfindung hält, die Marco Polo nach Europa gebracht habe: „Alia quidem pyxide nihil unquam humanis excogitatum artibus humano generi profuisse magis, constat. Scientia nauticae pyxidulae traducta videtur in Italiam per Paulum Venetum, qui circa annum MCCLX apud Chinas artem pyxididis didicit.“ (Guilielmi Gilberti Colcestrensis, Medici Londinensis, de Mag-

nete Physiologia nova, Lond. 1600 p. 4.) Die Einführung durch Marco Polo, dessen Reisen in die Jahre 1271–1295 fallen, der also nach Italien zurückkehrte, als Guyot de Provins in seinem Gedichte des Seccompasses, wie Jacques de Vitry und Dante, als eines längst bekannten Instrumentes gedacht hatten, ist durch nichts begründet. Ehe Marco Polo abreiste, schon in der Mitte des 13ten Jahrhunderts, bedienten sich Catalanen und Basen des Seccompasses. S. Raymundus Rullus in der Abhandlung de contemplatione, die 1272 geschrieben ist.)

Variations-*Carte**) zu entwerfen: schon um das Jahr 1530, also anderthalb Jahrhunderte vor Halley, freilich nach sehr unvollständigen Beobachtungen.

Von dem Fortschreiten, d. h. der Bewegung der magnetischen Linien, deren Kenntniß man gewöhnlich dem Cassendi zuschreibt, hatte selbst William Gilbert noch keine Ahnung, während früher Acosta, „durch portugiesische Seefahrer unterrichtet,“ auf dem ganzen Erdboden vier Linien ohne Abweichung annahm †). Raum war in England durch Robert Norman 1576 die Inclinations-Compass erfunden, so rühmte sich Gilbert, mittelst dieses Instruments in dunkler, sternloser Nacht (*aëre caliginosa*) den Ort des Schiffes zu bestimmen ‡). Ich habe, auf eigene Beobachtungen in der Südsee gestützt, gleich nach meiner Rückkehr nach Europa gezeigt, wie unter gewissen Localverhältnissen, z. B. an den Küsten von Peru in der Jahreszeit der beständigen Nebel (*garua*), aus der Inclination die Breite mit einer für die Bedürfnisse der Schifffahrt hinreichenden Genauigkeit bestimmt werden kann. Es ist hier bei diesen Einzelheiten in der Absicht verweilt worden, um an der gründlichen Betrachtung eines wichtigen kosmischen Gegenstandes zu zeigen, wie (wenn man die Messung der Intensität der magnetischen Kraft und der stündlichen Veränderungen der Declination abrechnet) im 16ten Jahrhundert schon alles zur Sprache kam, was die Physiker noch heute beschäftigt. Auf der merkwürdigen *Carte* von Amerika, die der römischen Ausgabe von der Geographie des Ptolemäus vom Jahre 1508 beigelegt ist, findet sich nördlich von Grœnland (Grœnland), das als ein Theil von Asien dargestellt wird, der magnetische Pol als ein Inselberg bezeichnet. Martin Cortez in dem *Breve Compendio de la Sphera* (1545) und Licio Sanuto in der *Geographia de Tolomeo* (1588) setzen ihn südlicher. Letzterer nährte schon das, leider! noch bis in die neuere Zeit verbreitete Vorurtheil, daß, „wenn man so glücklich wäre, den magnetischen Pol (*il calamitico*) selbst zu erreichen, man dort *alcun miracoloso stupendo effetto* erleben würde.“

In dem Gebiete der Wärmevertheilung und Meteorologie war schon am Ende des 15ten und in dem Anfange des 16ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit gerichtet auf die mit westlicher geographischer Länge abnehmende Wärme ||) (auf die Krümmung der Isothermen Linien), auf das von Bacon von Verulam verallgemeinerte Drehungsgesetz der Winde ¶), auf die Abnahme der Luftfeuchtigkeit und Regenmenge durch Zerstörung der Wäldungen **),

*) Das Zeugniß über den sterbenden Sebastian Cabot f. in der mit vieler historischer Kritik abgefaßten Schrift von Vidèle, *Memoir of Seb. Cabot* p. 222. „Man kennt,“ sagt Vidèle, „mit Genauigkeit weder das Todesjahr noch den Begräbnistort des großen Seefahrers, der Großbritannien fast einen Continent geschenkt und ohne den (wie ohne Sir Walter Raleigh) vielleicht die englische Sprache nicht von vielen Millionen der Bewohner Amerika's gesprochen würde.“ — Ueber die Materialien, nach denen die Variations-*Carte* des Alonso de Sta. Cruz construiert war, wie über die Variations-Compass, deren Vorrichtung schon zugleich erlaube Sonnenböhen zu nehmen, s. *Nazarre* etc, *Notizie biografiche del Cosmografo Alonso de Santa Cruz* p. 3-8. Der erste Variations-Maßstab war schon vor 1525 von einem hundertfährigen Apotheker aus Sevilla, Felipe Guillen, zu Stande gebracht. Das Bestreben, die Richtung der magnetischen Declinations-Curven genauer kennen zu lernen, war so groß, daß 1585 Juan Pajome mit Francisco Gali bloß deshalb von Manila nach Acapulco schiffte, um ein von ihm erfundenes Declinations-Instrument in der Südsee zu prüfen. S. mein *Essai polit. sur la Nouv. Esp.* T. IV. p. 110.

†) Acosta, *Hist. natural de las Indias* lib. I. cap. 17. Diese vier magnetischen Linien ohne Abweichung haben Halley durch die Streitigkeiten zwischen Henry Bond und Becherrow auf die Theorie von vier magnetischen Polen geführt.

‡) Gilbert, de *Magnete Physiologia nova* lib. V. cap. 8 pag. 200.

||) In der gemäßigten und kalten Zone ist diese Krüm-

mung der Isothermen zwischen den westlichen Küsten von Europa und den östlichen Küsten von Nordamerika allerdings allgemein, aber im Inneren der Tropenzone laufen die Isothermen dem Aequator fast parallel; und in den heißen Schläffen, zu denen sich Columbus verleitet sieht, blieben unbeachtet die Unterschiede des See- und Landklima's wie der Ost- und Westküsten, der Einfluß der Breite und der Winde, die über Afrika wegwehen. (Vergl. die merkwürdigen Betrachtungen über die Climate, welche in der *Vida del Almirante* cap. 66 zusammengestellt sind.) Die frühe Abänderung des Columbus von der Krümmung der Isothermen im atlantischen Ocean war wohl begründet, wenn man sie auf die außer-tropische (gemäßigte und kalte) Zone beschränkt.

¶) Eine Beobachtung von Columbus (*Vida del Almirante* cap. 55, *Examen crit.* T. IV. p. 253, *Notas* Buch I. S. 167, Anm. ***).

**) Der Admiral, sagt Fernando Colon (*Vida del Alm.* cap. 58), schrieb dem Umfang und der Dichtigkeit der Wälder, welche die Küsten der Berge bedekten, die vielen ersiehenden, die Luft abkühlenden Regengüsse zu, denen er ausgesetzt war, so lange er längs der Küste von Jamaica hinsegelte. Er bemerkt bei dieser Gelegenheit in seinem Schiffsjournal: daß, „normalis die Wassermenge eben so groß war auf Madeira, auf den canarischen und azorischen Inseln; aber daß seit der Zeit, wo man die Bäume abgehauen hat, welche Schatten verbreiteten, die Regen dafelbst viel seltener geworden sind.“ Diese Warnung ist drei und ein halbes Jahrhundert fast unbeachtet geblieben.

auf die mit der zunehmenden Höhe über dem Meerespiegel sich vermindernde Temperatur und auf die untere Grenze des ewigen Schnees. Daß diese Grenze Function der geographischen Breite ist, wurde zuerst von Petrus Martyr Anghiera 1510 erkannt. Alonso de Hojedo und Amerigo Vespucci hatten die Schneeberge von Santa Marta (Tieras nevadas de Citarma) bereits 1500 gesehen; Rodrigo Bastidas und Juan de la Cosa untersuchten sie mehr in der Nähe 1501; aber erst nach den Nachrichten, welche der Pilot Juan Vespucci, Neffe des Amerigo, seinem Beschützer und Freunde Anghiera über die Expedition des Colmenares mittheilte, bekam die an dem Gebirgsufer des antillischen Meeres sichtbare tropische Schneeregion eine große, man möchte sagen eine kosmische Bedeutung. Die untere Schneegrenze wurde nun mit allgemeinen Verhältnissen der Wärmeabnahme und der Verschiedenheit der Klimate in Verbindung gesetzt. Herodot in seinen Untersuchungen über das Steigen des Nils hatte (II, 22) die Existenz der Schneeberge südlich vom Wendekreise des Krebses gänzlich geläugnet. Alexanders Heerzüge führten die Griechen zwar zu den Nevadas des Hindu-Kho (*ὄρη ἁγνίσιμα*): aber diese liegen zwischen 34° und 36° nördlicher Breite. Die einzige, von Physikern sehr unbeachtete, Angabe von „Schnee in der Aequatorial-Zone,“ die ich vor der Entdeckung von Amerika und vor dem Jahre 1500 kenne, ist in der berühmten Inschrift von Adulis enthalten, welche von Nebuhr für jünger als Zuba und August gehalten wurde. Die gewonnene Erkenntniß der Abhängigkeit der unteren Schneegrenze von dem Polarabstande des Orts *), die erste Einsicht in das Gesetz der senkrecht abnehmenden Wärme und die dadurch bedingte Senkung einer ohngefähr gleich kalten oberen Luftschicht vom Aequator gegen die Pole hin bezeichnen einen nicht unwichtigen Zeitpunkt in der Geschichte unseres physikalischen Wissens.

Begünstigten dieses Wissen zufällige, ihrem Ursprunge nach ganz unwissenschaftliche Beobachtungen in den plöztlich erweiterten Naturkreisen, so blieb dagegen dem Zeitalter, das wir schildern, eine andere Begünstigung, die einer rein scientifischen Anregung, durch das Mißgeschick sonderbarer Verhältnisse entzogen. Der größte Physiker des fünfzehnten Jahrhunderts, der mit ausgezeichneten mathematischen Kenntnissen den bewundernswürdigsten Tiefblick in die Natur verband, Leonardo da Vinci, war der Zeitgenosse des Columbus; er starb drei Jahre nach ihm. Die Meteorologie hatte den ruhmgekrönten Künstler eben so viel als die Hydraulik und Optik beschäftigt. Er wirkte bei seinem Leben durch die großen Werke der Malerei, welche er schuf, und durch seine begeisterte Rede: nicht durch Schriften. Wären die physischen Ansichten des Leonardo da Vinci nicht in seinen Manuscripten vergraben geblieben, so würde das Feld der Beobachtung, welches die neue Welt darbot, schon vor der großen Epoche von Galilei, Pascal und Huygens in vielen Theilen wissenschaftlich bearbeitet worden sein. Wie Francis Bacon und ein volles Jahrhundert vor diesem, hielt er die Induction für die einzige sichere Methode in der Naturwissenschaft; *dobbiamo cominciare dall' esperienza, e per mezzo di questa scoprirne la ragione* †).

So wie nun, selbst bei dem Mangel messender Instrumente, klimatische Verhältnisse in den tropischen Gebirgsländern, durch Vertheilung der Wärme, Extreme der Lufttrockenheit und Frequenz electricischer Explosionen, in den Schriften über die ersten Landreisen häufig besprochen wurden; so faßten auch sehr frühe die Seefahrer richtige Ansichten von der Direction und Schnelligkeit von Strömungen, die, Flüssen von sehr veränderlicher Breite vergleichbar, den atlantischen Ocean durchsetzen. Der eigentliche Aequatorialstrom, die

*) Nosmos Buch I. S. 175 und Anm., Examen crit. T. IV. p. 294, Asia centralo T. III. p. 235. Die Inschrift von Adulis, fast anderthalb tausend Jahre älter als Anghiera, spricht von abyssinischem Schnee, in den man bis an die Arme vertritt.

†) Leonardo da Vinci sagt von diesem Verfahren sehr schön: *questo è il methodo da osservarsi nella ricerca de' fenomeni della natura*. S. Venturi, *Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Lé-*

onard de Vinci 1797 p. 31; Moretti, *Memorie storiche sulla vita di Leonardo da Vinci*, Milano 1804 p. 143 (in seiner Ausgabe des *Trattato della Pittura*, T. XXXIII. der *Classici Italiani*); Brewster, *Philos. of the inductive Sciences* 1840 Vol. II. p. 368-370; Brewster, *Life of Newton* p. 332. Die meisten physikalischen Arbeiten des Leonardo da Vinci sind von 1498.

Bewegung der Wasser zwischen den Wendekreisen, ist zuerst von Columbus beschrieben worden. Es drückt sich derselbe darüber auf das bestimmteste und in großer Allgemeinheit in seiner dritten Reise aus. „Die Wasser bewegen sich con los cielos (wie das Himmelsge- wölbe) von Osten nach Westen.“ Selbst die Richtung einzeln schwimmender Massen von Seetang *) bekräftigten diesen Glauben. Eine kleine Pfanne von leichtem Eisenblech, welche er in den Händen der Eingebornen der Insel Guadalupe fand, leitete Columbus auf die Vermuthung, daß sie europäischen Ursprunges und aus den Trümmern eines gescheiterten Schiffes entlehnt sein könnte, welche die Aequatorialströmung von den iberischen Küsten nach den amerikanischen geführt hätte. In seinen geognostischen Phantasien hielt er die Existenz der Inselreihe der kleinen Antillen wie die eigenthümliche Gestaltung der großen, d. i. die Uebereinstimmung der Richtung ihrer Küsten mit der der Breiten- Parallelen, für die lange Wirkung der ost-westlichen Meeresbewegung zwischen den Wende- kreisen.

Als auf seiner vierten und letzten Reise der Admiral die nord-südliche Richtung der Küsten des Continents vom Vorgebirge Gracias a Dios bis zur Laguna de Chiriqui er- kannte, fühlte er die Wirkungen der heftigen Strömung, welche nach N. und NW. treibt und eine Folge des Stoßes des ost-westlichen Aequatorialstromes gegen die dammartig vor- liegende Küste ist. Anghiera überlebte den Columbus lange genug, um die Ablenkung der atlantischen Gewässer in ihrem ganzen Zusammenhange aufzufassen, um den Wirbel in dem Golf von Mexico und die Fortpflanzung der Bewegung bis zu der Tierra de los Ba- callaos (Neufundland) und der Mündung des St. Lorenzflusses zu erkennen. Ich habe an einem andern Orte umständlich entwickelt, wie viel die Expedition des Ponce de Leon im Jahr 1512 zur genaueren Feststellung der Ideen beigetragen hat, und daß man in einer von Sir Humphrey Gilbert zwischen 1567 und 1576 geschriebenen Abhandlung die Bewegung der Gewässer des atlantischen Meeres von dem Vorgebirge der guten Hoffnung bis zur Bank von Neufundland nach Ansichten behan- delt findet, welche mit denen meines vortrefflichen dahingeschiedenen Freundes des Major Rennell fast ganz übereinstimmen.

Mit der Kenntniß der Strömungen verbreitete sich auch die der großen Bänke von See- tang (*Fucus natans*), der oceanischen Wiesen, welche das merkwürdige Schauspiel der Zusammenhäufung einer geselligen Pflanze auf einem Raume darbieten, dessen Flächeninhalt fast siebenmal den von Frankreich übertrifft. Die große Fucus-Bank, das eigentliche Mar de Sargasso, breitet sich aus zwischen 19° und 34° nördlicher Breite. Ihre Hauptare liegt ohngefähr sieben Grad westlich von der Insel Corvo. Die kleine Fucus-Bank fällt dagegen in den Raum zwischen den Bermuden und den Bahama-

*) Wie groß die Aufmerksamkeit auf Naturerschel- nungen von früher Zeit an bei den Seelenten gewesen ist, erkennt man auch in den ältesten spanischen Berich- ten. Diego de Lepe z. B. fand 1499 (wie ein Zeugniß in dem fiscalischen Proceß gegen die Erben von Chris- toph Columbus es uns lehrt, mittelst eines mit Klap- pen-Ventilen versehenen Gefäßes, welches sich erst am Meeresboden öffnete, daß weit von der Mündung des Orinoco eine 6 Faden dicke Schicht süßen Wassers das Salzwasser bedeckt (Navarrete, *Viages y descu- brim.* T. III. p. 549). Columbus schöpfe im Süden der Insel Cuba milchweißes Seewasser („weiß, als wäre Mehl hingegestreut“) um es in Flaschen mit nach Spanien zu nehmen (Vida del Almirante p. 56). Ich war der Längenbestimmungen wegen an denselben Pünk- ten, und es hat mich Wunder genommen, daß dem alten erfahrenden Admiral die auf Antillen so gewöhnliche trübe milchweiße Farbe des Seewassers eine neue unerwartete Erscheinung habe sein können. — Was den Golfstrom selbst betrifft, der als ein wichtiges kosmisches Phäno- men zu betrachten ist, so waren die Wirkungen desselben

schon lange vor der Entdeckung von Amerika auf den azorischen und canarischen Inseln durch Anschwemmung von Bambusrohr, Pinusstämmen und sonderbar gesal- teten Leichnamen aus den Antillen, ja selbst durch die unwillkürliche Landung von fremden Menschen in Ca- noas, „die nie untergehen können,“ vielfach beobachtet worden. Man schrieb dieselben aber damals allein der Stärke von Weststürmen zu (Vida del Almirante cap. 8; Herrera Dec. I. lib. I cap. 2, lib. IX cap. 12): ohne noch die von der Richtung der Winde ganz unab- hängige Bewegung der Wasser, die gleichsam rückwärt- sende Inflexion des pelagischen Stromes gegen Osten und Südosten, d. h. den Impuls zu erkennen, welcher alljährlich tropische Früchte der Antillen den trischen und norwegischen Küsten zuführt. Vergl. das Memoire des Sir Humphrey Gilbert „über die Möglichkeit einer nordwestlichen Durchfahrt nach dem Cathai“ in Hakluyt, *Navigation and Voyages* Vol. III. p. 14, Herrera Dec. I. lib. IX cap. 12 und Examen crit. T. II. p. 247–257, T. III. p. 99–108.

Inseln. Winde und partielle Strömungen wirken nach Verschiedenheit der Jahre auf die Lage und den Umfang dieser atlantischen Tangwiesen, deren erste Beschreibung wir dem Columbus verdanken. Kein anderes Meer beider Hemisphären zeigt in ähnlicher Größe diese Gruppierung geselliger Pflanzen*).

Aber die wichtige Zeitpoche der Entdeckungen im Erdräume, die plötzliche Eröffnung einer unbekannten Erdhälfte hat auch die Ansicht der Welträume oder, wie ich mich bestimmter ausdrücken sollte, des scheinbaren Himmelsgewölbes erweitert. Weil der Mensch, nach einem schönen Ausdruck des elegischen Garcilaso de la Vega, in der Wanderung nach fernen Ländern (unter verschiedenen Breitengraden) „Land und Gestirne“ gleichzeitig sich ändern sieht †), so mußte das Vordringen zum Aequator an beiden Küsten von Afrika und bis über die Südspitze des Neuen Continents den Seefahrern und Landreisenden jezt länger und öfter das prachtvolle Schauspiel der südlichen Sternbilder vorführen, als es zu den Zeiten des Hiram und der Ptolemäer, zu der der römischen Welt Herrschaft und des arabischen Handelsverkehrs im rothen Meere oder in dem indischen Ocean zwischen der Straße Bab-el-Mandeb und der westlichen Halbinsel Indiens geschehen konnte. Amerigo Vespucci in seinen Briefen, Vicente Yanez Pinzon, Pigafetta, der Magellan's und Elcano's Begleiter war, haben, wie Andrea Corsali auf der Fahrt nach Cochín in Ostindien, in dem Anfange des 16ten Jahrhunderts die ersten und lebendigsten Anschauungen des südlichen Himmels (jenseits der Füße des Centauren und des herrlichen Sternbildes des Schiffes Argo) geliefert. Amerigo, literarisch gelehrter, aber auch ruhmrediger als die anderen, preist nicht ohne Anmuth die Lichtfülle, die malerische Gruppierung und den fremdartigen Anblick von Gestirnen, die um den sternarmen Südpol kreisen. Er behauptet in seinem Briefe an Pierfrancesco de' Medici, daß er sich auf seiner dritten Seefahrt sorgfältig mit den südlichen Constellationen beschäftigt, den Polar-Abstand der hauptächlichsten gemessen und sie gezeichnet habe. Was er davon mittheilt, läßt freilich den Verlust jener Messungen leicht verschmerzen.

Die räthselhaften schwarzen Flecke (Kohlensäcke) finde ich zuerst von Anghiera im Jahr 1510 beschrieben. Sie waren schon 1499 von den Begleitern des Vicente Yanez Pinzon bemerkt worden auf der Expedition, die von Palos auslief und Besitz von dem brasilianischen Cap San Augustin nahm ‡). Der Canopo foseo (Canopus niger) des Amerigo ist wahrscheinlich auch einer der coalbags. Der scharfsinnige Acosta vergleicht sie mit dem verfinsterten Theile der Mondscheibe (in partieller Finsterniß) und scheint sie einer Leerheit im Himmelsraume, einer Abwesenheit von Sternen zuzuschreiben. Rigaud hat gezeigt, wie ein berühmter Astronom die Kohlen Säcke, von denen Acosta bestimmt sagt, daß sie in Peru (nicht in Europa) sichtbar sind und wie andere Sterne sich um den Südpol bewegen, für die erste Angabe von Sonnenflecken gehalten hat §). Die Kenntniß der beiden Magellanischen Wolken wird mit Unrecht dem Pigafetta zugeschrieben. Ich finde, daß Anghiera, gestützt auf die Beobachtungen portugiesischer Seefahrer, dieser Wolken schon 8 Jahre vor der Beendigung der Magellanischen Weltumschiffung erwähnt. Er vergleicht ihren milden Glanz mit dem der Milchstraße. Der Scharfsichtigkeit der Araber scheint aber die große Wolke nicht entgangen zu sein. Sie ist sehr wahrscheinlich der weiße Dache, el Bakar, ihres südlichen Himmels, d. h. der weiße Flecken, von dem der Astronom Abdurrahman Soffi sagt, daß man ihn nicht in Bagdad, nicht im nördlichen Arabien, wohl aber im Tehama und in dem Parallel der Meerenge Bab-el-Mandeb sehen kann. Griechen und Römer sind denselben Weg unter den Lagiden und später gewandert, und haben nichts bemerkt oder wenigstens in auf uns gekommenen Schriften nichts aufgezeichnet über eine

*) Examen crit. T. III. p. 26 und 66-99; Kosmos Buch I. S. 163.

†) Alonso de Ercilla hat in der Araucana die Stelle des Garcilaso nachgeahmt: Climas passé, mudé constelaciones; s. Kosmos Buch II. S. 217.

‡) Petr. Mart. Ocean. Dec. I. lib. IX p. 96; Examen crit. T. IV. p. 221 und 317.

§) Acosta, Hist. natural de las Indias lib. I cap. 2; Rigaud, Account of Harriot's astron. papers 1833 p. 37.

Lichtwolke, welche doch unter 11° bis 12° nördlicher Breite zu der Zeit des Ptolemäus sich 3° , zu der des Abdurrahman im Jahr 1000 zu mehr als 4 Graden über den Horizont erhob*). Jetzt kann die Meridianhöhe der Mitte der Nubecula major bei Alden 5° erreichen. Wenn Seefahrer die Magellanischen Wolken gewöhnlich erst in weit südlicheren Breiten, dem Aequator nahe oder gar südlich von demselben, deutlich erkennen, so liegt der Grund davon wohl in der Beschaffenheit der Atmosphäre und den weißes Licht reflectirenden Dünsten am Horizont. Im südlichen Arabien muß im Innern des Landes die dunkle Bläue des Himmelsgewölbes und die große Trockenheit der Luft das Erkennen der Magellanischen Wolken begünstigen. Beispiele von der Sichtbarkeit von Cometschweifern am hellen Tage zwischen den Wendekreisen und in sehr südlichen Breiten sprechen dafür.

Die Einreihung der dem antarectischen Pole nahen Gestirne in neue Sternbilder gehört dem 17ten Jahrhundert an. Was die holländischen Seefahrer Petrus Theodori von Em den und Friedrich Houtmann, der (1596—1599) ein Gefangener des Königs von Bantam und Atschin auf Java und Sumatra war, mit unvollkommenen Instrumenten beobachteten, wurde in die Himmelkarten von Hondius, Bleaw (Janssonius Caesius) und Bayer eingetragen.

Der an zusammengebrängten Nebelflecken und Sternschwärmen so reichen Zone des südlichen Himmels zwischen den Parallelkreisen von 50° und 80° giebt die ungleichmäßigere Vertheilung der Lichtmassen einen eigenthümlichen, man möchte sagen landschaftlichen Charakter, einen Reiz, der aus der Gruppierung der Sterne erster und zweiter Größe und ihrer Trennung durch Regionen hervorgeht, welche dem bloßen Auge verödet und glanzlos erscheinen. Diese seltnerbaren Contraste, die mehrfach in ihrem Laufe heller auslobernde Milchstraße, die isolirt kreisenden, abgerundeten Magellanischen Lichtwolken und die Kohlenfäde, von denen der größere einer schönen Constellation so nahe liegt, vermehren die Mannigfaltigkeit des Naturbildes; sie fesseln die Aufmerksamkeit empfänglicher Beschauer an einzelne Regionen in der äußersten Hälfte des südlichen Himmelsgewölbes. Eine dieser Regionen ist seit dem Anfang des sechzehnten Jahrhunderts durch besondere, zum Theil religiöse Beziehungen sowohl christlichen Seefahrern in den tropischen und südlicheren Meeren wie christlichen Missionaren in beiden Indien wichtig geworden; es ist die des südlichen Kreuzes. Die vier Hauptsterne, welche es bilden, werden im Almagest, also in den Epochen des Hadrian und Antonin des Frommen, den Hinterfüßen des Sternbildes des Centaur †) beigezählt. Es darf fast Wunder nehmen, da die Gestaltung der Kreuzes so auffallend ist und sich merkwürdig absondernd i n d i v i d u a l i s i r t, wie in dem großen und kleinen Wagen (den Bären), im Scorpion, in der Cassiopea, im Adler, im Delphin, daß jene vier Sterne nicht früher von dem mächtigen alten Sternbilde des Centaur getrennt worden sind; es muß es um so mehr, als der Perser Kazwini und andere mohammedanische Astronomen aus dem Delphin und Drachen eigene Kreuze mit Mühe zusammensetzten. Ob hösische Schmeichelei alexandrinischer Gelehrten, welche den Canopus in ein Ptolemäon umgewandelt, auch die Gestirne unseres jetzigen südlichen Kreuzes, zur Verherrlichung des Augustus, „an einen, in Italien nie sichtbaren Caesaris thronon“ ‡) geheftet hatte, bleibt ziemlich ungewiß. Zur Zeit des Claudius Ptolemäus erreichte der

*) Pigafetta, *Prima Viaggio intorno al Globo terraqueo*, pubbl. da C. Amoretti 1808 p. 46; Ramusio Vol. I. p. 355, c; Petr. Mart. Ocean. Dec. III. lib. I. p. 217. (Nach den Begebenheiten, die Angghiera Dec. II. lib. X. p. 204 und Dec. III. lib. X. p. 232 anführt, muß die Stelle der Oceanica des Angghiera, welche von den Magellanischen Wolken handelt, zwischen 1514 und 1516 geschrieben worden sein.) Andrea Corsali (Ramusio Vol. I. p. 177) beschreibet auch in einem Briefe an Giuliano de' Medici die kreisförmige translatatorische Bewegung von due nugolette di ragionevol grandezza. Der Stern, den er

zwischen Nubecula major und minor abbildet, scheint mir β Hydrae; Examen crit. T. V. p. 234—238. — Ueber Petrus Theodori von Em den und Houtmann, den Schüler des Mathematikers Plancius, s. einen historischen Aufsatz von Döberis in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 249.

†) Vergleiche die Untersuchungen von Delambre und Ende mit Ideler, Ursprung der Sternnamen S. XLIX, 263 und 277; auch mein Examen crit. T. IV. p. 319—324, T. V. p. 17—19, 30 und 230—234.

‡) Plin. II, 70; Ideler, Sternnamen S. 260 und 295.

schöne Stern am Fuß des südlichen Kreuzes bei seinem Durchgang durch den Meridian in Alexandrien nach $6^{\circ} 10'$ Höhe, während er jetzt daselbst mehrere Grade unter dem Horizonte culminirt. Um gegenwärtig (1847) α Crucis in $6^{\circ} 10'$ Höhe zu sehen, müßte man mit Rücksicht auf Strahlenbrechung sich 10° südlich von Alexandrien, in $21^{\circ} 43'$ nördlicher Breite, befinden. Auch die christlichen Einsiedler in der Thebaiden können im vierten Jahrhundert das Kreuz noch in 10° Höhe gesehen haben. Ich zweifle indeß, daß von ihnen seine Benennung herrühre; denn Dante in der berühmten Stelle des Purgatorio:

Io mi volsi a man destra, e posi mento
All' altro polo, e vidi quattro stelle
Non viste mai fuor ch' alla prima gente

und Amerigo Vespucci, welcher dieser Stelle in seiner dritten Reise bei dem Anblick des gestirnten südlichen Himmels zuerst gedachte, ja sich rühmte „die vier nur von dem ersten Menschenpaar gesehenen Sterne nun selbst zu schauen,“ kennen die Benennung des Südkreuzes noch nicht. Amerigo sagt ganz einfach: die vier Sterne bilden eine rhomboideale Figur, una mandorla, und diese Bemerkung ist vom Jahr 1501. Je mehr die Seereisen auf den durch Gama und Magellan eröffneten Wegen sich um das Vorgebirge der guten Hoffnung und durch die Südsee vervielfältigten und christliche Missionare in den neu entdeckten Tropenländern Amerika's vordrangen, desto mehr nahm der Ruf jenes Sternbildes zu. Ich finde es zuerst als ein Wunderkreuz (croce maravigliosa), „herrlicher als alle Constellationen des ganzen Himmels,“ von dem Florentiner Andrea Corsali (1517), später (1520) auch von Pigafetta genannt. Der gelehrtere Florentiner rühmt Dante's prophetischen Geist: als hätte der große Dichter nicht eben so viel Erudition wie Schöpfungsgabe besessen, als hätte er nicht arabische Sterngloben gesehen und mit vielen orientalischen Reisenden aus Pisa verkehrt*). Daß in den spanischen Niederlassungen im tropischen Amerika die ersten Ansiedler sich gern, wie noch jetzt, der verschiedentlich geneigten oder senkrechten Stellung des südlichen Kreuzes als einer Himmelsuhr bedienten, bemerkt schon Acosta in seiner Historia natural y moral de las Indias †).

Durch das Vorrücken der Nachtgleichen verändert sich an jedem Punkte der Erde der Anblick des gestirnten Himmels. Das alte Menschengeschlecht hat im hohen Norden prachtvolle

*) Ich habe an einem anderen Orte die Zweifel, welche mehrere berühmte Commentatoren des Dante in neueren Zeiten über die quattro stelle geäußert, zu lösen gesucht. Um das Problem in seinem ganzen Umfang zu fassen, muß die Stelle Io mi volsi... (Purgat. I v. 22-24) mit den anderen Stellen: Purg. I v. 37, VIII v. 85-93, XXIX v. 121, XXX v. 97, XXXI v. 106 und Inf. XXVI v. 117 und 127 verglichen werden. Der Mailänder Astronom De Cesaris hielt die drei facelle (Di che'l polo di qua tutto quanto arde und welche untergehen, wenn die vier Sterne des Kreuzes aufgehen) für Canopus, Achernar und Gomahant. Ich habe versucht, die Schwierigkeiten durch die nachfolgenden Betrachtungen zu lösen: „Le mysticisme philosophique et religieux qui pénétre et vivifie l'immense composition du Dante, assigne à tous les objets, à côté de leur existence réelle ou matérielle, une existence idéale. C'est comme deux mondes, dont l'un est le reflet de l'autre. Le groupe des quatre étoiles représente, dans l'ordre moral, les vertus cardinales, la prudence, la justice, la force et la tempérance; elles méritent pour cela le nom de „saintes lumières, luci sante.“ Les trois étoiles, qui éclairaient le pôle, représentent les vertus théologiques, la foi, l'espérance et la charité. Les premiers de ces êtres nous révèlent eux-mêmes leur double nature; ils chantent: „Ici nous sommes des nymphes, dans le ciel nous sommes des étoiles; Noi sem qui Ninfe, e nel ciel semo stelle.“ Dans la Terre de la vérité, le Paradis terrestre, sept nymphes se trouvent réunies: In cerchio le facevan di se claustrò le

sette Ninfe. C'est la réunion des vertus cardinales et théologiques. Sous ces formes mystiques, les objets réels du firmament, éloignés les uns des autres, d'après les lois éternelles de la Mécanique céleste, se reconnaissent à peine. Le monde idéal est une libre création de l'âme, le produit de l'inspiration poétique.“ (Examen crit. T. IV. p. 324-332.)

†) Acosta, lib. I cap 5. Bergl. meine Relation historique T. I. p. 209. Da die Sterne α und γ des südlichen Kreuzes fast einerlei Geradaufsteigung haben, so erscheint das Kreuz senkrecht, wenn es durch den Meridian geht; aber die Eingeborenen vergessen nur zu oft, daß diese Himmelsuhr jeden Tag um $3' 56''$ vorrückt. — Alle Berechnungen über das Sichtbarsein südlicher Sterne in nördlichen Breiten verdanke ich den freundlichen Mittheilungen des Herrn Dr. Galle, der zuerst den Planeten von Le Verrier am Himmel aufgefunden. „Die Unsicherheit der Berechnung, nach welcher der Stern α des südlichen Kreuzes, mit Rücksicht auf Refraction, für $52^{\circ} 25'$ nördlicher Breite um das Jahr 2900 vor der christlichen Zeitrechnung anfang unsichtbar zu werden, kann vielleicht mehr als 100 Jahre betragen, und würde sich auch bei strengster Berechnungsform nicht ganz beseitigen lassen, da die eigene Bewegung der Fixsterne für so lange Zeiträume wohl nicht gleichförmig ist. Die eigene Bewegung von α Crucis beträgt etwa $\frac{1}{3}$ Secunde jährlich, meist im Sinne der Rectascension. Von der durch Vernachlässigung derselben erzeugten Unsicherheit steht zu erwarten, daß sie die obige Zeitgrenze nicht übersteige.“

südliche Sternbilder aufsteigen sehen, welche, lange unsichtbar, erst nach Jahrtausenden wiederkehren werden. Canopus war schon zur Zeit des Columbus zu Toledo (Br. $39^{\circ} 54'$) voll $1^{\circ} 20'$ unter dem Horizont; jetzt erhebt er sich noch fast eben so viel über den Horizont von Cadix. Für Berlin und die nördlichen Breiten überhaupt sind die Sterne des südlichen Kreuzes, wie α und β des Centauren, mehr und mehr im Entfernen begriffen, während sich die Magellanischen Wolken unseren Breiten langsam nähern. Canopus ist in dem verfloßenen Jahrtausend in seiner größten nördlichen Annäherung gewesen, und geht jetzt, doch überaus langsam wegen seiner Nähe am Südpol der Ekliptik, immer mehr südlich. Das Kreuz fing in $52^{\circ} \frac{1}{2}$ nördlicher Breite an unsichtbar zu werden 2900 Jahre vor unserer Zeitrechnung, da dieses Sternbild, nach Galle, sich vorher auf mehr als 10° Höhe hatte erheben können. Als es an dem Horizont unserer baltischen Länder verschwand, stand in Aegypten schon ein halbes Jahrtausend die große Pyramide des Cheops. Das Hirtenvolk der Hyksos machte seinen Einfall 700 Jahre später. Die Vorzeit tritt uns scheinbar näher, wenn man ihr Maas an denkwürdige Ereignisse knüpft.

Gleichzeitig mit der Erweiterung einer mehr beschaulichen als wissenschaftlichen Kenntniß der Himmelsräume waren die Fortschritte in der nautischen Astronomie, d. h. in der Vervollkommenung der Methoden den Ort des Schiffes (seine geographische Breite und Länge) zu bestimmen. Alles, was in dem Laufe der Zeiten diese Fortschritte der Schiffsfahrtskunde hat begünstigen können: der Compaß und die sichere Ergründung der magnetischen Abweichung, die Messung der Geschwindigkeit durch die sorgfältigere Vorrichtung des Logg wie den Gebrauch der Chronometer und Mond-Abstände, die bessere Construction der Fahrzeuge, die Ersetzung der Kräfte des Windes durch eine andere Kraft, vor allem aber die geschickte Anwendung der Astronomie auf die Schiffsrechnung; darf als kräftige Mittel betrachtet werden zur Erschließung der gesammten Erdräume, zur beschleunigten Belebung des Weltverkehrs, zur Ergründung kosmischer Verhältnisse. Diesen Standpunkt auffassend, erinnern wir hier von neuem daran, wie schon in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in der Marine der Catalanen und der Insel Majorca „nautische Instrumente üblich waren, um die Zeit durch Sternhöhen zu finden,“ und wie das von Raymundus Lullus in seiner *Arte de Navegar* beschriebene Astrolabium fast zweihundert Jahre älter ist als das des Martin Behaim. Die Wichtigkeit der astronomischen Methoden wurde in Portugal so lebhaft anerkannt, daß gegen das Jahr 1484 Behaim zum Präsidenten einer „Junta de Mathematicos“ ernannt wurde, welche Tafeln der Declination der Sonne berechnen und, wie Barras sagt*), die Piloten lehren sollte, die *maneira de navegar por altura do Sol*. Von dieser Schiffsfahrt „nach den Meridian-Höhen der Sonne“ wurde damals schon scharf die Schiffsfahrt *por la altura del Este-Oeste* †), d. h. durch Längenbestimmungen, unterschieden.

Das Bedürfniß, die Lage der päpstlichen Demarcationslinie, und so in dem neu entdeckten Brasilien und den südindischen Inseln die Grenze zwischen dem rechtmäßigen Besitze der portugiesischen und spanischen Krone aufzufinden, vermehrte, wie wir schon oben bemerkt, den Drang nach praktischen Längenmethoden. Man fühlte, wie selten die alte unvollkommene hipparchische Methode der Mondfinsternisse anzuwenden sei, und der Gebrauch der Mondabstände wurde schon 1514 von dem Nürnberger Astronomen Johann Werner, und bald nachher von Drontius Jünäus und Gemma Frisius anempfohlen. Leider mußte aber diese Methode lange unanwendbar bleiben, bis, nach den vielen vergeblichen Versuchen mit den Instrumenten von Peter Apianus (Bienewitz) und Alonso de Santa Cruz, durch Newton's Scharfsinn (1700) der Spiegel-Septant erfunden und durch Hadley (1731) unter die Seefahrer verbreitet wurde.

*) Barroë da Asia Dec. I. liv. IV cap. 2 (1778) eubrimientos que hicieron por mar los Españoles T. IV. p. XXXII (in der *Noticia Biografica de Fernando de Magallanes*).
 †) Navarrete, *Coleccion de los Viajes y Des-*

Der Einfluß der arabischen Astronomen wirkte von Spanien aus auch auf die Fortschritte der nautischen Astronomie. Man versuchte freilich zur Längenbestimmung vieles, das nicht gelang; und die Schuld des Nichtgelingens wurde seltener auf die Unvollkommenheit der Beobachtung als auf Druckfehler in den astronomischen Ephemeriden des Regiomontanus geschoben, deren man sich bediente. Die Portugiesen verdächtigten sogar die Ergebnisse der astronomischen Angaben der Spanier, deren Tafeln aus politischen Gründen verfälscht sein sollten*). Das auf einmal erwachte Bedürfnis nach den Hilfsmitteln, welche die nautische Astronomie wenigstens theoretisch verhieß, spricht sich besonders lebhaft aus in den Reiseberichten des Columbus, Amerigo Vespucci, Pigafetta und Andreas de San Martin, des berühmten Piloten der Magellanischen Expedition, der die Längenmethoden des Ruy Falero besaß. Oppositionen der Planeten, Sternbedeckungen, Höhen-Differenzen zwischen dem Monde und Jupiter, Veränderungen der Declination des Mondes wurden mit mehr oder weniger Erfolg versucht. Wir besitzen Conjunctions-Beobachtungen von Columbus in der Nacht des 13. Januar 1489 aus Haiti. Die Nothwendigkeit einen eigenen, wohlunterrichteten Astronomen jeder großen Expedition beizugeben wurde so allgemein gefühlt, daß die Königin Isabella dem Columbus am 5. Sept. 1493 schreibt: „ob er gleich in seinem Unternehmen bewiesen habe, daß er mehr wisse als irgend ein sterblicher Mensch (que ninguno de los nacidos), so rathe sie ihm doch den Fray Antonio de Marchena, als einen gelehrten und süßsamen Sternkundigen, mit sich zu nehmen.“ Columbus sagt in der Beschreibung seiner vierten Reise: „Es giebt nur Eine untrügliche Schiffsrechnung, die der Astronomen. Wer diese versteht, kann zufrieden sein. Was sie gewährt, gleicht einer vision profetica†). Unsere unwissenden Piloten, wenn sie viele Tage die Küste aus den Augen verloren haben, wissen nicht, wo sie sind. Sie würden die Länder nicht wiederfinden, die ich entdeckt. Zum Schiffe gehört Compas y arte, die Bußsole und das Wissen, die Kunst der Astronomen.“

Ich habe diese charakteristischen Einzelheiten erwähnt, weil sie anschaulicher machen, wie die nautische Sternkunde, das mächtige Werkzeug der Sicherung der Schifffahrt und durch diese Sicherung das Mittel der erleichterten Zugänglichkeit zu allen Erdräumen, in dem hier geschilderten Zeitabschnitt die erste Entwicklung erfing; wie in der allgemeinen Bewegung der Geister früh die Möglichkeit von Methoden erkannt wurde, die erst nach Vervoll-

*) Barros Dec. III. Parte 2. 1777 p. 650 und 658-662.

†) Die Königin schreibt an Columbus: „Nosotros mismos, y no otro alguno, habemos visto algo del libro que nos dejastes (ein Reisejournal, in dem der misstrauische Seemann alle numerischen Angaben von Breitengraden und Distanzen weggelassen hatte): quanto mas en esto platiamos y vemos, conocemos cuan gran cosa ha sido este negocio vuestro y que habeis sabido en ello mas que nunca se pensó que pudiera saber ninguno de los nacidos. Nos parece que sería bien que llevádesos con vos un buen Estrologo, y nos parecia que sería bueno para esto Fray Antonio de Marchena, porque es buen Estrologo y siempre nos pareció que se conformaba con vuestro parecer.“ Ueber diesen Marchena, der identisch ist mit Fray Juan Perez, dem Guardian des Klosters de la Rabida, in welchem Columbus in seiner Armut 1484 die Mönche „für sein Kind um Brodt und Wasser ansprach“, s. Navarrete T. II. p. 110, T. III. p. 597 und 603 (Muñoz, Hist. del Nuevo Mundo lib. IV § 24). — Die astronomischen Ephemeriden nennt Columbus eine vision profetica in einem Briefe an die Christianissimos Monarcas aus Jamaica vom 7. Jul. 1503 (Navarrete T. I. p. 306). — Der portugiesische Astronom Ruy Falero, aus Cubilla gebürtig, von Carl V. 1519 zugleich mit Magellan zum Caballero de la Orden de Santiago ernannt, spielte eine wichtige

Rolle in den Zurüstungen zu Magellan's Weltumsegelung. Er hatte eine eigene Abhandlung über die Längenbestimmungen für Magellan angefertigt, von welcher der große Geschichtschreiber Barros einige Capitel handschriftlich besaß (Examen crit. T. I. p. 276 und 302, T. IV. p. 315): wahrscheinlich dieselbe, welche 1535 in Sevilla bei Johann Cromberger gedruckt worden ist. Navarrete (Obra póstuma sobre la Hist. de la Nautica y de las ciencias matematicas 1846 p. 147) hat das Buch selbst in Spanien nicht auffinden können. Ueber die vier Längenmethoden, die Falero durch Eingebung seines Demonio familiar besaß, s. Herrera Dec. II. lib. II cap. 19 und Navarrete T. V. p. LXXVII. Später machte der Cosmograph Alonso de Santa Cruz, derselbe, welcher (wie der Apotheker aus Sevilla, Felipe Guillen, 1525) die Länge durch die Variation der Magnetnadel zu bestimmen versuchte, unausführbare Vorschläge, zu demselben Zweck durch Uebertragung der Zeit zu gelangen; aber seine Chronometere waren Sand- und Wasseruhren, Räderwerke durch Gewichte bewegt, ja selbst „in Del getränkte Dörte“, die in sehr gleicher Zeitdauer abbrannten! — Pigafetta (Transunto del Trattato di Navigazione p. 219) empfiehlt Mondhöhen im Meridian. Von den Lunar-Längenmethoden sagt Amerigo Vespucci sehr naiv und wahr: der Vortheil, welchen sie gewähren, entspringe aus dem corso più leggier de la luna (Cronaca, Viaggi p. 57).

kommen der Uhren, der winkelmessenden Instrumente und der Sonnen- und Mondtafeln von ausgebreiteter praktischer Anwendung sein konnten. Wenn der Charakter eines Jahrhunderts „die Offenbarung des menschlichen Geistes in einer bestimmten Zeitepoche“ ist, so hat das Jahrhundert des Columbus und der großen nautischen Entdeckungen, indem es auf eine unerwartete Weise die Objecte des Wissens und der Anschauungen vermehrte, auch den folgenden Jahrhunderten einen neuen und höheren Schwung gegeben. Es ist die Eigenthümlichkeit wichtiger Entdeckungen, daß sie zugleich den Kreis der Eroberungen und die Aussicht in das Gebiet, das noch zu erobern übrig bleibt, erweitern. Schwache Geister glauben in j. der Epoche wohlgefallig, daß die Menschheit auf den Culminationspunkt intellectuellder Fortschritte gelangt sei; sie vergessen, daß durch die innige Verfeinerung aller Naturerscheinungen, in dem Maße als man vorschreitet, das zu durchlaufende Feld eine größere Ausdehnung gewinnt, daß es von einem Gesichtskreise begrenzt ist, der unaufhörlich vor dem Forscher zurückweicht.

Wo hat die Geschichte der Völker eine Epoche aufzuweisen, der gleich, in welcher die folgenreichsten Ereignisse: die Entdeckung und erste Colonisation von Amerika, die Schifffahrt nach Ostindien, um das Vorgebirge der guten Hoffnung, und Magellan's erste Erdumseglung, mit der höchsten Blüthe der Kunst, mit dem Erringen geistiger, religiöser Freiheit und der plötzlichen Erweiterung der Erd- und Himmelskunde zusammentrafen? Eine solche Epoche verdankt einen sehr geringen Theil ihrer Größe der Ferne, in der sie uns erscheint, dem Umstand, daß sie ungetrübt von der störenden Wirklichkeit der Gegenwart nur in der geschichtlichen Erinnerung auftritt. Wie in allen irdischen Dingen, ist auch hier des Glüdes Glanz mit tiefem Weh verschwifert gewesen. Die Fortschritte des kosmischen Wissens wurden durch alle Gewaltthätigkeiten und Bräuel erkauft, welche die sogenannten civilisirenden Eroberer über den Erdball verbreiten. Es ist aber eine unverständlich vermessene Kühnheit, in der ununterbrochenen Entwicklungsgeschichte der Menschheit über das Abwägen von Glück und Unglück dogmatisch zu entscheiden. Es geziemt dem Menschen nicht, Weltbegebenheiten zu richten, welche, in dem Schooße der Zeit langsam vorbereitet, nur theilweise dem Jahrhundert zugehören, in das wir sie versetzen.

Die erste Entdeckung des mittleren und südlichen Theils der Vereinigten Staaten von Nordamerika durch die Scandinavier ist fast gleichzeitig mit der Erscheinung und dem geheimnißvollen Auftreten von Manco Capac in dem Hochlande von Peru; sie ist 200 Jahre älter als die Ankunft der Azteken im Thale von Mexico. Die Gründung der Hauptstadt (Tenochtitlan) fällt um volle 325 Jahre früher. Hätten diese normännischen Colonisationen langedauernde Folgen gehabt, wären sie von einem mächtigen, politisch einigen Mutterlande genährt und beschützt worden, so würden die vordringenden germanischen Stämme viele unstäte Jägerhorden*) noch da umherziehend gefunden haben, wo die spanischen Eroberer ansässige Ackerbauer fanden.

*) Die amerikanische Menschenrace, eine und dieselbe von 65° nördlicher bis 55° südlicher Breite, ging vom Jagdleben nicht durch die Stufe des Hirtenlebens zum Ackerbau über. Dieser Umstand ist um so merkwürdiger, als der Bison, von welchem ungeheure Heerden umherschwärmen, der Zähmung fähig ist und viel Milch giebt. Wenig beachtet ist die Nachricht, die man in Gomara (Historia gen. de las Indias cap. 211) liest, und nach der im Nordwesten von Mexico unter 40° Breite noch im 16ten Jahrhunderte ein Volkstamm lebte, dessen größter Reichtum in Heerden gezähmter Thiere (bueyes con una giba) bestand. Von diesen Thieren erhielten die Eingeborenen Stoff zur Bekleidung, Seife und Draht, wahrscheinlich Blut (Prescott, Conquest of Mexico Vol. III. p. 416); denn die Abneigung gegen Milch, oder wenigstens der Nichtgebrauch derselben, scheint vor der Ankunft der Europäer allen Eingeborenen des Neuen Continents mit den Bewohnern von China und Cochinchina gemein gewesen zu sein. Allerdings gab es von je her in dem gebirgigen Theile von Luito, Peru und Ost-Indien zahmer Lamas. Diese Heerden waren aber der Reichthum von Völkern, welche angezogen sich mit der Cultur des Bodens beschäftigten; in den Geröllern von Südamerika fand man keine Hirtenvölker, kein Hirtenleben. Was sind die „gezähmten Büsche“ bei der Punta de S. Helena, deren ich Erwähnung finde in Herrera Doe. II. lib. X cap. 6 (T. I. p. 471, ed. Amheres 1728)? Diese Büsche sollen Milch und Stäbe gegeben haben: *cierros que dan leche y queso y se crían en casa!* Aus welcher Quelle ist diese Notiz geschöpft? Sie kam aus keiner Verwechslung mit den geweiß- und hornlosen Lamas der kalten Perigeen entstanden sein, von denen Garcilaso (Comment. reales P. I. lib. V cap. 2, p. 133) behauptet, daß sie in Peru, besonders auf der Hochebene des Collao, zum Pflügen gebraucht wurden.

Die Zeiten der Conquista, das Ende des funfzehnten und den Anfang des sechzehnten Jahrhunderts, bezeichnet ein wundersames Zusammentreffen großer Ereignisse in dem politischen und sittlichen Leben der Völker von Europa. In demselben Monat, in welchem Hernan Cortez nach der Schlacht von Otumba gegen Mexico anzog, um es zu belagern, verbrannte Martin Luther die päpstliche Bulle zu Wittenberg und begründete die Reform, welche dem Geiste Freiheit und Fortschritte auf fast unverrückten Bahnen verhieß*). Früher noch traten, wie aus ihren Gräbern, die herrlichsten Gebilde der alten hellenischen Kunst hervor: der Laocoon, der Torso, der Apoll von Vespere und die medicaische Venus. Es blühten in Italien Michelangelo, Leonardo da Vinci, Titian und Raphael; in unserem deutschen Vaterlande Holbein und Albrecht Dürer. Die Weltordnung war von Copernicus aufgefunden, wenn auch nicht öffentlich verkündigt, in dem Todesjahr von Christoph Columbus, vierzehn Jahre nach der Entdeckung des Neuen Continents.

Die Wichtigkeit dieser Entdeckung und der ersten Ansiedelung der Europäer berührt auch andere Sphären als die, welcher diese Blätter vorzugsweise gewidmet sind; sie gehört jenen intellectuellen und moralischen Wirkungen an, welche die plötzliche Vergrößerung der Gesamtmasse der Ideen auf die Verbesserung des gesellschaftlichen Zustandes ausgeübt hat. Wir erinnern daran, wie seit jenem großen Zeitpunkte ein neues, regsameres Leben des Geistes und der Gefühle, wie muthige Wünsche und schwer enttäuschte Hoffnungen allmählig sämmtliche Classen der bürgerlichen Gesellschaft durchdrungen haben; wie die geringe Bevölkerung einer Hälfte der Erbkugel, besonders an den Europa gegenüberliegenden Küsten, die Niederlassung von Colonien begünstigen konnte, welche ihre Ausdehnung und ihre Lage zu unabhängigen, in der Wahl ihrer freien Regierungsform unbeschränkten Staaten umwandelte: wie endlich die religiöse Reform, ein Vorspiel großer politischer Umwälzungen, die verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung unter einem Himmelsstrich durchlaufen mußte, welcher der Zufluchtort aller Glaubensmeinungen und der verschiedenartigsten Ansichten von göttlichen Dingen geworden war. Die Kühnheit des genueisschen Seefahrers ist das erste Glied in der unermeßlichen Kette dieser verhängnißvollen Begebenheiten. Zufall, nicht Betrug und Ränke †), haben dem Festland von Amerika den Namen des Co-

(Vergl. auch Pedro de Cieza de Leon, *Chronica del Peru*, Sevilla 1553, cap. 110 p. 264.) Diese Anwendung scheint wohl nur eine seltene Ausnahme, eine Localität gewesen zu sein. Denn im Allgemeinen war der amerikanische Menschenstamm durch Mangel von Hausthieren charakterisirt, was auf das Familienleben tief einwirkte.

*) Ueber die Hoffnung, welche Luther bei der Ausföhrung seines großen freisinnigen Werkes zuerst vorzugsweise auf die jüngere Generation, auf die Jugend Deutschlands setzte, s. die merkwürdigen Aeußerungen in einem Briefe vom Monat Junius 1518 (*Meander de Vico* p. 7).

†) Ich habe an einem anderen Orte gezeigt, wie die Kenntniß der Epoche, in welcher Vespucci zum königlichen Ober-Piloten ernannt wurde, allein schon die, zuerst von dem Astronomen Schöner in Nürnberg 1533 erschienene Auflage widerlegt, daß Vespucci die Worte *Terra di Amerigo* listig in die von ihm umgeänderten Küstenkarten eingeschrieben habe. Die hohe Achtung, welche der spanische Hof den hydrographischen und astronomischen Kenntnissen des Amerigo Vespucci schenkte, leuchtet deutlich hervor aus den Vorschriften (*Real titulo con extensas facultades*), die ihm gegeben wurden, als man ihn am 22. März 1508 zum *Piloto mayor* ernannte (*Navarrete* T. III. p. 297–302). Er wird an die Spitze eines wahren Deposito hydrografico gestellt und soll für die *Casa de Contratacion* in Sevilla, den Centralpunkt aller oceanischen Unternehmungen, eine allgemeine Küstenbeschreibung und ein Positions-Verzeichniß (*Padron general*) anfertigen, in dem jährlich alles neu entdeckte nachzutragen wäre. Aber schon 1507

ist der Name Amerigo terra von einem Manne, dessen Existenz dem Vespucci gewiß unbekannt geblieben war, von dem Geographen Waldseemüller (*Martinus Hyalomylus*) aus Freiburg im Breisgau, dem Vorsteher einer Druckerei zu St. Dis in Lothringen, in einer kleinen Weltbeschreibung, *Cosmographiae Introductio*, insuper quatuor Americi Vesputii Navigationes (impr. in oppido S. Deodati 1507), für den Neuen Continent vorgeschlagen worden. Ringmann, Professor der Cosmographie in Basel (bekannter unter dem Namen *Philosus*), Hyalomylus und der Vater Gregorius Reich, Herausgeber der *Margarita philosophica*, waren genaue Freunde. In der letzten Schrift findet sich eine Abhandlung des Hyalomylus über Architectur und Perspective von 1509 (*Examen orit. T. IV. p. 112*). Laurentius Phrisius in Metz, ein Freund des Hyalomylus und wie dieser von dem mit Vespucci in Briefwechsel stehenden Herzog Renatus von Lothringen beschützt, nennt den Hyalomylus einen Verstorbenen in der Strasburger Ausgabe des Ptolemäus von 1522. Die in dieser Ausgabe enthaltene von Hyalomylus gezeichnete Carte des Neuen Continents bietet zum ersten Male in den Ausgaben der Geographie des Ptolemäus den Namen America dar. Nach meinen Untersuchungen war indeß schon zwei Jahre früher eine Weltkarte von Petrus Planius erschienen, welche einmal des Camer's Ausgabe des Solinus, ein zweites Mal der Babylonischen Ausgabe des Mela beigelegt ist und, wie neuere chinesische Carten, den Stromus von Panama durchbrochen darstellt (*Examen orit. T. IV. p. 99–124, T. V. p. 168–176*). Sehr mit Unrecht hat man ehemals die jetzt in Weimar befindliche Carte aus

lumbus entzogen. Durch Handelsverkehr und Vervollkommnung der Schifffahrt seit einem halben Jahrhundert Europa näher gebracht, hat der Neue Welttheil einen wichtigen Ein-

der Ebner'schen Bibliothek zu Nürnberg von 1527 und die davon verschiedene, von Güssfeldt gestichene des Diego Ribero von 1529 für die ältesten Karten des Neuen Continents gehalten (a. a. O. T. II. p. 184, T. III. p. 191). Vespucci hatte mit Juan de la Cosa, dessen, volle sechs Jahre vor des Columbus Tode, 1500 im Puerto de Santa Maria gezeichnete Carte ich zuerst bekannt gemacht habe, in der Expedition von Alonso de Hojeda 1499 die Küsten von Südamerika besucht, ein Jahr nach Christoph Columbus dritter Reise. Vespucci hätte gar keinen Zweck haben können, eine Reise vom Jahre 1497 zu fingiren, da er sowohl als Columbus bis an ihren Tod fest überzeugt gewesen sind, nur Theile des östlichen Asiens berührt zu haben. (Vergl. den Brief des Columbus an den Papst Alexander VI. vom Februar 1502 und einen anderen an die Königin Isabella vom Julius 1503 in Navarrete T. I. p. 304, T. II. p. 280, wie Vespucci's Brief an Pier Francesco de' Medici in Fantini Vita e lettere di Amerigo Vespucci p. 66 und 83.) Pedro de Ledesma, Pilot des Columbus auf der dritten Reise, sagt noch 1513 in dem Proceß gegen die Erben, „daß man Paria für einen Theil von Asien halte, la tierra firme que dicese que es de Asia.“ Navarrete T. III. p. 539. Die oft gebrauchten Periphrasen Mundo nuovo, alter Orbis, Colonus novi orbis repertor stehen damit nicht in Widerspruch, da sie nur auf nie vorher gesehene Gegenden deuten und eben so von Strabo, Mela, Ptolemäus, Stridor von Sevilla und Cabanillo gebraucht werden (Examen crit. T. I. p. 118, T. V. p. 182–184). Noch mehr als 20 Jahre nach dem Tode von Vespucci, der 1512 erfolgte, ja bis zu den Verläumdungen von Schöner im Opusculum geographicum 1533 und von Servet in der Yperon Ausgabe der Geographie des Ptolemäus von 1535 findet man keine Klage gegen den florentiner Seefahrer. Christoph Columbus nennt ihn ein Jahr vor seinem Tode einen Mann „von dem unbescholtensten Charakter (mucho hombre de bien), alles Vertrauens würdig, immer geneigt, ihm nützlich zu sein.“ (Carta à mi muy caro l'ho Diego in Navarrete T. I. p. 351). Eben so wohlwollend für Vespucci sind Fernando Colon, welcher das Leben seines Vaters erst gegen 1535, vier Jahre vor seinem Tode, in Sevilla abfaßte und mit Juan Vespucci, dem Neffen des Amerigo, 1524 der astronomischen Junta zu Badajoz und den Verhandlungen über den Besitz der Weluffen beizuwohnt; Petrus Martyr de Angubera, der persönliche Freund des Admirals, dessen Briefwechsel bis 1525 reicht; Oviedo, der alles aussucht, was den Ruf des Columbus vermindern kann; Ramusio und der große Geschichtschreiber Guicciardini. Wenn Amerigo absichtlich die Zeitperioden seiner Reisen hätte verfälschen wollen, so würde er sie mit einander in Uebereinstimmung gebracht haben, nicht die erste Reise 5 Monate nach dem Antritt der zweiten eingebracht haben. Die Zahlenverwirrungen in den vielen Uebersetzungen seiner Reisen sind nicht ihm zuzuschreiben, da er seinen dieser Berichte selbst herausgegeben. Solche Zahlenverwirrungen waren übrigens in den Druckschriften des 16ten Jahrhunderts sehr gewöhnlich. Oviedo hatte als Edelknecht der Königin der Audienz beizuwohnt, in welcher Ferdinand und Isabella 1493 den Admiral nach seiner ersten Entdeckungsfahrt in Barcelona pomphaft empfingen. Er hat dreimal drucken lassen, daß die Audienz im Jahr 1496 stattfand, ja sogar, daß Amerika 1491 entdeckt wurde. Gomara läßt dasselbe, nicht mit Ziffern, sondern mit Worten drucken und setzt die Entdeckung der Tierra firme von Amerika in 1497, also genau in das Jahr den Ruf des Amerigo Vespucci so verhängnißvolle Jahr (Examen crit. T. V. p. 196–202). Für das ganz schullose Benehmen des Florentiners, der nie dem Neuen Conti-

nente seinen Namen beizulegen versucht hat, aber durch seine Ruhmredigkeit in den Berichten an den Gonfaloniere Piero Soderini, an Pierfrancesco de' Medici und an Herzog Renatus II. von Lothringen das Angeld gehabt hat, die Aufmerksamkeit der Nachwelt mehr auf sich zu ziehen, als er es verdiente, spricht am meisten der Proceß, welchen der Fiscal in den Jahren 1508 bis 1527 gegen die Erben von Christoph Columbus führte, um ihnen die Privilegien und Rechte zu entziehen, die dem Admiral bereits 1492 von der Krone verliehen waren. Amerigo trat in Staatsdienst als Piloto mayor in demselben Jahr als der Proceß begann. Er lebte noch vier Jahre lang in Sevilla während der Föhrung des Proceßes, in welchem entschieden werden sollte, welche Theile des neuen Continents von Columbus zuerst berührt worden wären. Die elendesten Gerüchte fanden Gehör und diemten dem Fiscal zur Anklage. Man suchte Zeugen in Santo Domingo und allen spanischen Häfen, in Moguer, Palos und Sevilla, gleichsam unter den Augen von Amerigo Vespucci und seines Neffen Juan. Der Mundus Novus, gedruckt bei Johann Dtmay zu Augsburg 1504, die Raccolta di Vicenza (Mondo Novo e paesi novamente ritrovati da Alberico Vespuzio Fiorentino) von Alessandro Forzi 1507, gewöhnlich dem Fraanzio di Mantalobbo zugeschrieben, die Quatuor Navigationes von Martin Waldseemüller (Solacmulus) waren schon erschienen; seit 1520 gab es Weltkarten, auf denen der Name America, welchen Columbus 1507 vorge schlagen und Joadimb Vadianus 1512 in einem Briefe aus Wien an Rudolph Agricola belobt hatte, eingeschrieben war: und doch wurde der Mann, welchem in Deutschland, in Frankreich und Italien weit verbreitete Schriften eine Reise nach der Tierra firme von Paria im Jahre 1497 zuschrieben, von dem Fiscal in dem bereits 1508 begonnenen und 19 Jahre lang fortgeführten Proceß weder persönlich citirt, noch als Vorgänger und Widersacher des Columbus genannt? Warum würde nicht nach dem Tode des Amerigo Vespucci (22. Febr. 1512 in Sevilla) sein Neffe Juan Vespucci, wie es mit Martin Alonso und Vicente Jaaes Pinzon, mit Juan de la Cosa und Alonso de Hojeda geschah, berufen worden sein, um zu bezeugen, daß die Küste von Paria, die nicht als „festes Land von Asien,“ sondern wegen der naben und einträglichen Perlenfischerei einen so großen Werth hatte, bereits vor Columbus, d. h. vor dem 1. August 1498, von Amerigo berührt worden sei? Diese Nichtbenutzung des wichtigsten Zeugnisses bleibt unerklärbar, wenn Amerigo Vespucci sich je gerühmt hätte, eine Entdeckungsfahrt 1497 gemacht zu haben, wenn man damals auf die verworrenen Zeitangaben und Druckfehler der Quatuor Navigationes irgend einen ersten Werth gelegt hätte. Das große noch ungedruckte Werk eines Freundes des Columbus, Fray Bartholomäe de las Casas (die Historia general de las Indias), ist, wie wir sehr bestimmt wissen, in den einzelnen Theilen zu sehr verschiedenen Epochen geschrieben. Es wurde erst 15 Jahre nach dem Tode des Amerigo, 1527, begonnen und 1559 vollendet, sieben Jahre vor dem im 92sten Lebensjahr erfolgten Tode des greisen Verfassers. Lob und bitterer Tadel sind darin wunderbar gemischt. Man sieht den Haß und den Verdacht des Betruges zunehmen, je mehr der Ruf des florentinischen Seefahrers sich verbreitet. In der Vorrede (Prologo), die zuerst geschrieben worden ist, heißt es: „Amerigo erzählt, was er in zwei Reisen nach unseren Indien unternommen; doch scheint er manche Umstände verschwiegen zu haben, sei es gefissentlich (a savientes) oder weil er sie nicht beachtete. Deshalb haben ihm Einige zugescriben, was Anderen gehört, denn es nicht entzogen werden sollte.“ Eben so gemäßig ist noch das Urtheil Lib. I cap. 140: „Hier muß ich des Unrechts

Auß auf die politischen Institutionen *), auf die Ideen und Neigungen der Völker ausgeübt, welche in Osten das scheinbar immer enger werdende Thal des atlantischen Ozeans begrenzen.

VII.

Große Entdeckungen in den Himmelsräumen durch Anwendung des Fernrohrs. — Hauptepoche der Sternkunde und Mathematik von Galilei und Kepler bis Newton und Leibniz. — Gesetze der Planetenbewegung und allgemeine Gravitations-Theorie.

Indem wir uns bestreben, die am meisten gesonderten Perioden und Entwicklungsstufen kosmischer Anschauung aufzuzählen, haben wir zuletzt die Periode geschildert, in welcher den Kulturvölkern der einen Erdhälfte die andere bekannt geworden ist. Auf das Zeitalter der größten Entdeckungen im Raume an der Oberfläche unsers Planeten folgt unmittelbar

ermähnen, welches Amerigo scheint dem Admiral gethan zu haben oder vielleicht die, welche sein Quatuor Navigaciones drucken ließen (6 los que imprimieron). Es wird ihm allein, ohne Andere zu nennen, die Entdeckung des Festlandes zugeschrieben. Auf Carten soll er den Namen America gesetzt und so gegen den Admiral förmlich gekämpft haben. Da Amerigo sprachgewandt war und gütlich zu schreiben mußte (era latino y eloquente), so hat er sich für den Anführer der Expedition des Hojeda in dem Briefe an den König Venetians ausgegeben. Er war jedoch nur einer der Steuerleute, wenn gleich erfahren im Seeweisen und gelehrte in der Cosmographie (hombre entendido en las cosas de la mar y docto en Cosmographia).... In der Welt ist verbreitet worden, er sei der Erste gewesen am festen Lande. Hat er dies mit Absicht verbreitet, so ist es große Bosheit; und war auch keine wirkliche Absicht da, so sieht es doch danach aus (clara parezo la falsedad: y si fué de industria hecha, maldad grande fué: y ya que no lo fuese, al menos parezelo).... Amerigo soll im Jahr 7 (1497) abgereist sein: eine Angabe, die freilich nur ein Schreibversehen zu sein scheint, nicht eine böswillige (parezo aver avido yerro de pendola y no maticia), weil er nach 18 Monaten will zurückgekommen sein. Die Fremden Schriftsteller nennen das Land America. Es sollte Columbia heißen.“ Diese Stelle zeigt deutlich, daß Casas bis dahin den Amerigo selbst nicht beschuldigt, den Namen America in Umlauf gebracht zu haben. Er sagt: an tomado los escriptores extrangeros de nombrar la nuestra Tierra firme America, como si Americo solo y no otro con él y antes que todos la oviera descubierta. In Lib. I cap. 164—169 und Lib. II cap. 2 bricht aber der ganze Haß auf einmal aus. Es wird nichts mehr einem bloßen Versehen in der Zahlenangabe der Jahre oder der Vorliebe der Fremden für Amerigo zugeschrieben; alles ist absichtsvoller Betrug, dessen Amerigo selbst sich schuldig gemacht (de industria lo hizo... persistió en el engaño... de falsedad está claramente convencido). Bartholomäus de las Casas bemüht sich noch an beiden Stellen dem Amerigo speciell nachzuweisen, daß er in seinen Berichten die Reisefolge der Ereignisse der zwei ersten Reisen verfälscht, manches der ersten Reise zugeheißt habe, was auf der zweiten geschehen, und umgekehrt. Auffallend genug ist mir, daß der Ankläger nicht gefühlet zu haben scheint, wie sehr das Gewicht seiner Anklage dadurch vermindert wird, daß er von der entgegengelegtesten Meinung und von der Gleichgültigkeit dessen spricht, der das lebhafteste Interesse hatte, den Amerigo Vesputci anzugreifen, wenn er ihn für schuldig und seinem Vater feindlich gehalten hätte. „Ich muß mich wundern,“ sagt las Casas (cap. 164), „daß Fernando Colon, ein Mann von großer Einsicht, der, wie ich es bestimmt weiß, die Reiseberichte des Amerigo in Hän-

den hatte, gar nicht darin Betrug und Ungerechtigkeit gegen den Admiral bemerkt hat.“—Da ich vor wenigen Monaten von neuem Gelegenheit gehabt, das seltene Manuscript von Bartholomäus de las Casas zu untersuchen, so habe ich über einen so wichtigen und bisher so unvollständig behandelten historischen Gegenstand in dieser langen Anmerkung dasjenige einschalten wollen, was ich im Jahr 1839 in meinem Examen critique T. V. p. 178—217 noch nicht benutzt hatte. Die Ueberzeugung, welche ich damals äußerte (p. 217 und 224), ist unerschüttert geblieben: „Quand la dénomination d'un grand continent, généralement adoptée et consacrée par l'usage de plusieurs siècles, se présente comme un monument de l'injustice des hommes, il est naturel d'attribuer d'abord la cause de cette injustice à celui qui semblerait le plus intéressé à la commettre. L'étude des documents a prouvé qu'aucun fait certain n'appuie cette supposition, et que le nom d'Amérique a pris naissance dans un pays éloigné (en France et en Allemagne), par un concours d'incidences qui paraissent écarter jusqu'à un soupçon d'une influence de la part de Vesputci. C'est là que s'arrête la critique historique. Le champ sans bornes des causes inconnues, ou des combinaisons morales possibles, n'est pas du domaine de l'histoire positive. Un homme qui pendant une longue carrière a joui de l'estime des plus illustres de ses contemporains, s'est élevé, par ses connaissances en astronomie nautique, distinguées pour le temps, où il vivait, à un emploi honorable. Le concours de circonstances fortuites lui a donné une célébrité dont le poids, pendant trois siècles, a pesé sur sa mémoire, en fournissant des motifs pour avilir son caractère. Une telle position est bien rare dans l'histoire des infortunes humaines: c'est l'exemple d'une flétrissure morale croissant avec l'illustration du nom. Il valait la peine de scruter ce qui, dans ce mélange de succès et d'adversités, appartient au navigateur même, aux hazards de la rédaction précipitée de ses écrits, ou à de maladroits et dangereux amis.“ Copernicus selbst hat zu diesem gefahrbringenden Ruhme beigetragen; auch er schreibt die Entdeckung des Neuen Welttheils dem Vesputci zu. Indem er über das „centrum gravitatis et centrum magnitudinis“ des Festlandes discutirt, fügt er hinzu: „magis id erit clarum, si addentur insulae aetate nostra sub Hispaniarum Lusitaniaeque Principibus repertae et praesertim America ab inventore denominata navium praefecto, quem, ob incompertam ejus adhuc magnitudinem, alterum orbem terrarum putant.“ (Nicolaï Copernici de Revolutionibus orbium coelestium Libri sex 1543 p. 2, a.)

*) Vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. III. p. 154—158 und 225—227.

die Beschaffung eines beträchtlichen Theils der Himmelsräume durch das Fernrohr. Die Anwendung eines neugeschaffenen Organes, eines Werkzeuges von raumburchbringender Kraft ruft eine neue Welt von Ideen hervor. Es beginnt ein glänzendes Zeitalter der Astronomie und Mathematik; für die letztere beginnt die lange Reihe tiefsinniger Forscher, die zu dem „alles umgestaltenden“ Leonhard Euler führt, dessen Geburtsjahr (1707) dem Todesjahre von Jacob Bernoulli so nahe liegt.

Wenige Namen können genügen, um an die Riesenschritte zu erinnern, welche der menschliche Geist vorzugsweise in Entwicklung mathematischer Gedanken, durch eigene innere Kraft, nicht durch äußere Begebenheiten angeregt, im Laufe des siebzehnten Jahrhunderts gemacht hat. Die Gesetze des Falles der Körper und der Planetenbewegung werden erkannt. Der Druck der Luft, die Fortpflanzung des Lichts, seine Brechung und Polarisation werden erforscht. Die mathematische Naturlehre wird geschaffen und auf feste Grundpfeiler gestützt. Die Erfindung der Infinitesimal-Rechnung bezeichnet den Schluß des Jahrhunderts; und dadurch erstarkt, hat die menschliche Intelligenz sich in den folgenden hundert und fünfzig Jahren mit Glück an die Lösung von Problemen wagen können, welche die Störungen der Weltkörper, die Polarisation und Interferenz der Lichtwellen, die strahlende Wärme, die electro-magnetischen in sich zurückkehrenden Ströme, die schwingenden Saiten und Flächen, die Capillar-Anziehung enger Röhren, und so viele andere Naturerscheinungen darboten.

Die Arbeit in der Gedankenwelt geht nun ununterbrochen und sich gegenseitig unterstützend fort. Keiner der früheren Reime wird erstickt. Es nehmen gleichzeitig zu die Fülle des zu verarbeitenden Materials, die Strenge der Methoden und die Vervollkommnung der Werkzeuge. Wir beschränken uns hier hauptsächlich auf das einige siebzehnte Jahrhundert: das Zeitalter von Kepler, Galilei und Bacon, von Tycho, Descartes und Huygens, von Fermat, Newton und Leibniz. Die Leistungen dieser Männer sind so allgemein bekannt, daß es nur leiser Andeutungen bedarf, um das herauszuheben, wodurch sie in Erweiterung kosmischer Ansichten glänzen.

Wir haben schon früher *) gezeigt, wie dem Auge, dem Organ sinnlicher Weltanschauung, durch die Erfindung des telescopischen Sehens eine Macht verliehen wurde, deren Grenze noch lange nicht erreicht ist, die aber schon in ihrem ersten schwachen Anfange, bei einer kaum 32maligen Linear-Vergrößerung †) der Fernröhre in die bis dahin uneröffneten Tiefen des Weltraums drang. Die genaue Kenntniß vieler Himmelskörper, welche zu unserem Sonnensystem gehören, die ewigen Gesetze, nach denen sie in ihren Bahnen kreisen, die vervollkommnete Einsicht in den wahren Weltbau sind das Charakteristische der Epoche, die wir hier zu schildern versuchen. Was diese Epoche hervorgebracht, bestimmt gleichsam die Hauptumrisse von dem großen Naturbilde des Kosmos; es fügt den neu erkannten Inhalt der Himmelsräume, wenigstens in einer Planetengruppe sinnig geordnet, dem früher durchforschten Inhalt der tellurischen Räume hinzu. Nach allgemeinen Ansichten strebend, begnügen wir uns, hier nur die wichtigsten Objecte der astronomischen Arbeiten des 17ten Jahrhunderts zu nennen. Wir weisen zugleich auf den Einfluß hin, welchen diese auf eine kräftige Anregung zu großen und unerwarteten mathematischen Entdeckungen wie zu der mehr umfassenden, erhabeneren Anschauung des Weltganzen ausgeübt haben.

Es ist bereits früher erwähnt worden, wie das Zeitalter von Columbus, Gama und Magellan, das der nautischen Unternehmungen, verhängnißvoll mit großen Ereignissen, mit dem Erwachen religiöser Denkfreiheit, mit der Entwicklung eines edleren Kunstsinnes

*) Veral. Kosmos Buch I. S. 34.

†) „Die Fernröhre, welche Galilei selbst construirte, und andere, deren er sich bediente, um die Jupiterstrahlen, die Phasen der Venus und die Sonnenflecken zu

beobachten, hatten fufenweise 4-, 7- und 32malige Linear-Vergrößerung, nie eine größere.“ Arago im Annuaire du Bureau des Long. pour l'an 1842 p. 268.

und der Verbreitung des copernicanischen Weltsystems zusammentraf. Nicolaus Copernicus (in zwei noch vorhandenen Briefen nennt er sich Koppernif) hatte bereits sein 21stes Lebensjahr erreicht und beobachtete mit dem Astronomen Albert Brudzewski zu Krakau, als Columbus Amerika entdeckte. Kaum ein Jahr nach dem Tode des Entdeckers, nach einem sechsjährigen Aufenthalte in Padua, Bologna und Rom, finden wir ihn, wieder in Krakau, mit gänzlicher Umwandlung der astronomischen Weltansicht beschäftigt. Durch die Gunst seines Oheims, des Bischofs von Ermland Lucas Weiselothe von Allen*), 1510 zum Domherrn in Frauenburg ernannt, arbeitete er dort noch drei und dreißig Jahre lang an der Vollendung seines Werkes de Revolutionibus orbium coelestium. Das erste gedruckte Exemplar wurde ihm gebracht, als, an Körper und Geist gelähmt, er sich schon zum Tode bereitete. Er sah es, berührte es auch, aber sein Sinn war nicht mehr auf das Zeitliche gerichtet; er starb nicht, wie Gassendi in dem Leben des Copernicus erzählt, wenige Stunden †), sondern mehrere Tage nachher, am 24. Mai 1543. Zwei Jahre früher war aber schon ein wichtiger Theil seiner Lehre durch den Brief eines seiner eifrigsten Schüler und Anhänger, Joachim Rhäticus, an Johann Schöner, Professor zu Nürnberg, durch den Druck bekannt geworden. Doch ist es nicht die Verbreitung des copernicanischen Systems, die erneuerte Lehre von einer Centralsonne (von der täglichen und jährlichen Bewegung der Erde) gewesen, welche etwas mehr als ein halbes Jahrhundert nach seinem ersten Erscheinen zu den glänzenden Entdeckungen in den Himmelsräumen geführt hat, die den Anfang des 17ten Jahrhunderts bezeichnen. Diese Entdeckungen sind die Folge einer zufällig gemachten Erfindung, des Fernrohrs, gewesen. Sie haben die Lehre des Copernicus vervollkommenet und erweitert. Durch die Resultate der physischen Astronomie (durch das aufgefundenen Satelliten-System des Jupiter und die Phasen der Venus) bekräftigt und erweitert, haben die Grundansichten des Copernicus der theoretischen Astronomie Wege vorgezeichnet, die zu sicherem Ziele führen mußten, ja zur Lösung von

*) Westphal in der, dem großen Königsberger Astronomen Bessel gewidmeten Biographie des Copernicus 1822 S. 33 nennt, wie Gassendi, den Bischof von Ermland Lucas Weiselothe von Allen. Nach Erläuterungen, die ich ganz neuerlich dem gelehrten Geschichtschreiber von Preußen, dem geb. Archiv-Director Voigt verbanke, wird die Familie der Mutter des Copernicus in Urkunden: Weiselothe, Weiselothe, Weiselothe, am gewöhnlichsten Weiselothe genannt. Die Mutter war unbezweifelt deutschen Stammes, und das Geschlecht der Weiselothe, ursprünglich von dem Geschlechte derer von Allen, das seit dem Anfange des 16ten Jahrhunderts in Thorn blühte, verschoben, hat, wahrscheinlich durch Adoption oder wegen naher Verwandtschaftsverhältnisse, den Namenszusatz von Allen angenommen.“ Sniadecki und Czajkowski (Kopernik et ses travaux 1847 p. 26) nennen die Mutter des großen Copernicus Barbara Weiselothe, welche der Vater, dessen Familie sie aus Böhmern herleitete, 1464 zu Thorn geheirathet habe. Den Namen des Astronomen, welchen Gassendi als Tornaeus Borussus bezeichnet, schreiben Westphal und Czajkowski Koppernif, Krzywanowski Kopirnik. In einem Briefe des ermländischen Bischofs Martin Cromer aus Heilsberg vom 21. Nov. 1580 heißt es: „Gum Jo. (Nicolaus) Copernicus vivens ornameto fuerit atque etiam nunc post fata sit, non solum huius Ecclesiae, verum etiam toti Prussiae patriae suae, iniquum esse puto, eum post obitum carere honore sepulchri sive monumenti.“

†) So Gassendi in Nicolai Copernici vita, angehängt seiner Lebensbeschreibung des Tycho (Tychoonis Braheii vita) 1655, Hagus-Comitum, p. 320: eodem die et horis non multis priusquam animam efflaret. Nur Schubert in seiner Astronomie Th. I. S. 115 und Robert Small in dem sehr lehrreichen Account of the astron. discoveries of Kepler 1804 p. 92 be-

haupten, daß Copernicus „wenige Tage nach dem Erscheinen seines Werkes“ verstorben sei. Dies ist auch die Meinung des Archiv-Directors Voigt zu Königsberg: weil in einem Briefe, den der ermländische Domherr Georg Donner kurz nach dem Tode des Copernicus an den Herzog von Preußen schrieb, gesagt wird, „der achtbare und würdige Doctor Nicolaus Koppernick habe sein Werk kurz vor den Tagen seines letzten Abschiedes von diesem Elend, gleichsam als einen süßen Schwanengesang ausgeben lassen.“ Nach der gewöhnlichen Annahme (Westphal, Nicolaus Koppernick 1822 S. 73 und 82) war das Werk 1507 begonnen und 1530 schon so weit vollendet, daß späterhin nur wenige Verbesserungen angebracht wurden. Durch einen Brief des Cardinals Schönberg, aus Rom vom November 1536, wird die Herausgabe befohlen. Der Cardinal will durch Theodor von Reben das Manuscript abschreiben und sich schicken lassen. Daß die ganze Bearbeitung des Buches sich bis in das quartum novennium verzögert habe, sagt Copernicus selbst in der Zueignung an Papst Paul III. Wenn man nun bedenkt, wie viel Zeit zum Druck einer 400 Seiten langen Schrift erforderlich war und daß der große Mann schon im Mai 1543 starb, so ist zu vermuten, daß die Zueignung nicht im zuletzt genannten Jahre geschrieben ist: woraus dann für den Anfang der Bearbeitung sich und (36 Jahre zurückrechnend) nicht ein späteres, sondern ein früheres Jahr als 1507 ergibt. — Daß die zu Frauenburg dem Copernicus allgemein zugeschriebene Wasserleitung nach seinen Entwürfen ausgeführt worden sei, bezweifelt Herr Voigt. Er findet, daß erst 1571 zwischen dem Domcapitel und dem „kunstreichen Meister Valentin Benzel, Hofmeister in Breslau,“ ein Contract geschlossen wurde, um das Wasser zu Frauenburg aus dem Abgraben in die Wohnungen der Domherren zu leiten. Von einer früher vorhandenen Wasserleitung ist keine Rede. Die jezige ist also erst 28 Jahre nach dem Tode des Copernicus entstanden.

Problemen anregten, welche die Vervollkommenung des analytischen Calculs nothwendig machten. So wie Georg Peurbach und Regiomontanus (Johann Müller aus Königsberg in Franken) wohlthätig einwirken auf Copernicus und seine Schüler Rhäticus, Reinhold und Wästlin, so wirken diese, wenn gleich der Zeit nach getrennter, auf die Arbeiten von Kepler, Galilei und Newton. Dies ist die ideelle Verkettung zwischen dem sechzehnten und siebzehnten Jahrhundert; und man kann die erweiterte astronomische Weltansicht in diesem nicht schildern, ohne die Anregungen zu berühren, welche aus jenem überströmen.

Es ist eine irrige und leider! noch in neuerer Zeit*) sehr verbreitete Meinung, daß Copernicus aus Furchtsamkeit und in der Besorgniß priesterlicher Verfolgung die planetarische Bewegung der Erde und die Stellung der Sonne im Centrum des ganzen Planetensystems als eine bloße Hypothese vorgetragen habe, welche den astronomischen Zweck erfülle, die Bahn der Himmelskörper bequem der Rechnung zu unterwerfen, „aber weder wahr, noch auch nur wahrscheinlich zu sein brauche.“ Allerdings liest man diese seltsamen Worte†) in dem anonymen Vorbericht, mit dem des Copernicus Werk anhebt und der de Hypothesibus hujus operis überschrieben ist; sie enthalten aber Äußerungen, welche, dem Copernicus ganz fremd, in geradem Widerspruch mit seiner Zueignung an den Papst Paul III. stehen. Der Verfasser des Vorberichts ist, wie Gassendi in seinem Leben des großen Mannes auf das bestimmteste sagt, ein damals in Nürnberg lebender Mathematiker, Andreas Osiander, der mit Schöner den Druck des Buches de Revolutionibus besorgte und, ob er gleich keines biblischen Scrupels ausdrücklich Erwähnung thut, es doch für rathsam hielt, die neuen Ansichten eine Hypothese und nicht, wie Copernicus, eine erwiesene Wahrheit zu nennen.

Der Gründer unseres jetzigen Weltsystems (die wichtigsten Theile desselben, die großartigsten Züge des Weltgemäldes gehören allerdings ihm) war durch seinen Muth und die Zuversicht, mit welcher er auftrat, fast noch ausgezeichnete als durch sein Wissen. Er verdiente in hohem Grade das schöne Lob, das ihm Kepler giebt, wenn er ihn in der Einleitung zu den Rudolphinischen Tafeln „den Mann freien Geistes“ nennt; „vir fuit maximo ingenio et, quod in hoc exereitio (in der Bekämpfung der Vortheile) magni momenti est, animo liber.“ Da, wo Copernicus in der Zueignung an den Papst die

*) De l'ambre, Histoire de l'Astronomie moderne T. I. p. 140.

†) Neque enim necesse est, eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum, si calculum observationibus congruentem exhibeant: sagt der Vorbericht des Osiander. — „Der Bischof von Culm, Tidemann Gise, aus Danzig gebürtig, welcher Jahre lang den Copernicus wegen der Herausgabe seines Werkes bedrängte, erhielt endlich das Manuscript mit dem Auftrage, es ganz nach seiner freien Wahl zum Druck zu befördern. Er schickte dasselbe zuerst an den Rhäticus, Professor in Wittenberg, der kurz vorher lange bei seinem Lehrer in Frauenburg gelebt hatte. Rhäticus hielt Nürnberg geeigneter für die Herausgabe und trug die Beforgung des Druckes dem dortigen Professor Schöner und dem Andreas Osiander auf.“ (Gassendi, Vita Copernici p. 319.) Die Lobspüche, welche am Ende des Vorberichts dem Werke des Copernicus erteilt werden, hätten auch schon, ohne das ausdrückliche Zeugniß des Gassendi, darauf führen müssen, daß der Vorbericht von fremder Hand sei. Auch auf dem Titel der ersten Ausgabe, der von Nürnberg von 1543, hat Osiander den in allem, was Copernicus selbst geschrieben, sorgfältig vermiedenen Ausdruck: motus stellarum novis insuper ac admirabilibus hypothesebus ornati neben dem überaus ungarnten Zufüge: „igitur, studioso lector, eme, lege, frue“ angebracht. In der zweiten, Baseler Ausgabe von 1566, die ich sehr sorgfältig mit der ersten, Nürnberger verglichen, ist auf dem Titel des Buchs nicht mehr der „betrun-

berndwürbigen Hypothesen“ gedacht; aber Osiander's Praefaciuncula de hypothesibus hujus operis, wie Gassendi den eingeschobenen Vorbericht nennt, ist beibehalten. Daß übrigens Osiander, ohne sich zu nennen, selbst hat darauf hinweisen wollen, die Praefatiuncula sei von fremder Hand, erhellt auch daraus, daß er die Dedicatio an Paul III. als Praefatio authoris bezeichnet. Die erste Ausgabe hat nur 196 Blätter, die zweite 213 wegen der angefügten Narratio prima des Astronomen Georg Joachim Rhäticus, eines erzählenden an Schöner gerichteten Briefes, der, wie ich im Texte bemerkt, bereits 1541 durch den Mathematiker Gasparus in Basel zum Druck befördert, der gelehten Welt die erste genauere Kenntniß des copernicanischen Systems gab. Rhäticus hatte 1539 seine Professur in Wittenberg niedergelegt, um zu Frauenburg selbst des Copernicus Unterricht zu genießen. Vergl. über diese Verhältnisse Gassendi p. 310–319.) Die Erläuterung von dem, was sich Osiander aus Furchtsamkeit hinzuzusetzen bewogen fand, giebt Gassendi: „Andreas porro Osiander fuit, qui non modo operarum inspector (der Verleger des Druckes) fuit, sed Praefatiunculam quoque ad lectorem (tacito licet nomine) de Hypothesibus operis adhibuit. Ejus in ea consilium fuit, ut, tametsi Copernicus Motum Terrae habuisset, non solum pro Hypothesi, sed pro vero etiam placito; ipse tamen ad rem, ob illos, qui heino offenderentur, leniendam, excusatum eum faceret, quasi talem Motum non pro dogmate, sed pro Hypothesi mera assumisset.“

Entstehung seines Werkes schildert, steht er nicht an, die auch unter den Theologen allgemein verbreitete Meinung von der Unbeweglichkeit und der Centralstellung der Erde ein „absurdes acroama“ zu nennen und die Stupidität derer anzugreifen, welche einem so irrigen Glauben anhängen. „Wenn etwa leere Schwämer (ματαιολόγοι), alles mathematischen Wissens unfundig, sich doch ein Urtheil über sein Wert anmaßen wollten durch absichtliche Verdrehung irgend einer Stelle der heiligen Schrift (propter aliquem locum scripturae male ad suum propositum detortum), so werde er einen solchen verwegenen Angriff verachten! Es sei ja weltbekannt, daß der berühmte Lactantius, den man freilich nicht zu den Mathematikern zählen könne, recht kindisch (pueriliter) von der Gestalt der Erde gesprochen und diejenigen verhöhnt habe, welche sie für kugelförmig halten. Ueber mathematische Gegenstände dürfe man nur für Mathematiker schreiben. Um zu beweisen, daß er, von der Richtigkeit seiner Resultate tief durchdrungen, kein Urtheil zu scheuen habe, wende er sich aus einem fernen Erdwinkel an das Oberhaupt der Kirche, auf daß es ihn vor dem Biß der Verläumder schütze, da die Kirche selbst von seinen Untersuchungen über die Jahreslänge und Mondbewegungen Vortheil ziehen werde.“ Astrologie und Calendar-Verbesserung verschafften der Sternkunde lange allein Schutz bei der weltlichen und geistlichen Macht, wie Chemie und Botanik zuerst nur der Arzneimittellehre dienten.

Die kräftige, aus der innersten Ueberzeugung hervorbrechende, freie Sprache des Copernicus widerlegt hinlänglich die alte Behauptung, er habe das System, das seinen unsterblichen Namen führt, als eine dem rechnenden Astronomen bequeme Hypothese, als eine solche, die wohl auch unbegründet sein könne, vorgebracht. „Durch keine andere Anordnung,“ sagt er begeistert, „habe ich eine so bewundernswürdige Symmetrie des Universums, elne so harmonische Verbindung der Bahnen finden können, als da ich die Weltleuchte (lucernam mundi), die Sonne, die ganze Familie freisender Gestirne lenkend (circum-agentem gubernans astrorum familiam) wie in die Mitte des schönen Naturtempels auf einen königlichen Thron gesetzt.“ Auch die Idee von der allgemeinen Schwere oder Anziehung (appetentia quaedam naturalis partibus indita) gegen den Welt-Mittelpunkt (centrum mundi), die Sonne, aus der Schwerkraft in kugelförmigen Körpern geschlossen, scheint dem großen Manne vorgeschwebt zu haben, wie eine denkwürdige Stelle †) des 1ten Capitels im ersten Buch der Revolutionen beweist.

*) Quis enim in hoc pulcherrimo templo lampadem hanc in alio vel meliori loco poneret, quam unde totum simul possit illuminari? Siquidem non inepte quidam lucernam mundi, alii montem, alii rectorem vocant. Trimegistus visibilem Deum, Sophocles Electra intuentem omnia. Ita profecto tanquam in solio regali Sol residens circumagentem gubernat Astrorum familiam: Tellus quoque minime fraudatur lunari ministerio, sed, ut Aristoteles de animalibus ait, maximam Luna cum terra cognationem habet. Concipit interea a Sole terra, et impregnatur annuo partu. Invenimus igitur sub hac ordinatione admirandam mundi symmetriam ac certum harmoniae nexum motus et magnitudinis orbium: qualis alio modo reperiri non potest. (Nicol. Copern. de Revol. orbium coelestium lib. I. cap. 10 p. 9, b.) In dieser Stelle, welche nicht ohne dichterische Anmuth und Erhabenheit des Ausdrucks ist, erkennt man, wie bei allen Astronomen des 17ten Jahrhunderts, Spuren eines langen und schönen Verkehrs mit dem classischen Alterthume. Copernicus hatte im Andenken: Etc. Somn. Scip. c. 4, Plin. II, 4 und Mero. Trismeg. lib. V. (ed. Cracov. 1586) pag. 195 und 201. Die Anspielung auf die Electra des Sophocles ist dunkel, da die Sonne nie ausdrücklich darin als leuchtend genannt wird, wie sonst in der Ilias und der Odyssee, auch in den Choephoren des Aeschylus (v. 980), die Copernicus wohl nicht Electra würde genannt haben.

Nach Böths Vermuthung ist die Anspielung wohl einem Gedächtnißfehler zuzuschreiben und Folge einer dunklen Erinnerung an Vers 569 des Oedipus in Aethalos des Sophocles. Sonderbarerweise ist ganz neuerlich in einer sonst lebhaften Schrift (Rynski, Copernik et ses travaux 1847 p. 102) die Electra des Tragikers mit electrischen Strömungen verwechselt worden. Man liest als Uebersetzung der oben angeführten Stelle des Copernicus: „Si on prend le soleil pour le flambeau de l'Univers, pour son ame, pour son guide, si Trimegiste le nomme un Dieu, si Sophocle le croit une puissance électrique qui anime et contemple l'ensemble de la création.....“

†) „Pluribus ergo existentibus centrīs, de centro quoque mundi non temere quis dubitabit, an vide licet fuerit istud gravitatis terrenae, an aliud. Equidem existimo, gravitatem non aliud esse, quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia officio universorum, ut in unitatem integritatemque suam esse conforant in formam globi coeunt. Quam affectionem credibile est etiam Soli, Lunae, caeterisque errantium vulgoribus inesse, ut ejus efficacia in ea qua se repraesentant rotunditate permanent, quae nihilominus multis modis sua efficiunt circuitus. Si igitur et terra faciat alios, utpote secundum centrum (mundi), necesse erit eos esse, qui similiter extrinsecus in multis apparent, in quibus invenimus annum circu-

Wenn wir die verschiedenen Entwicklungsstufen kosmischer Anschauungen durchlaufen, so sehen wir in den frühesten Zeiten Abnungen von Massen-Anziehung und Centrifugalkräften. Jacobi in seinen leider noch handschriftlichen Untersuchungen über das mathematische Wissen der Griechen verweilt mit Recht bei der „tiefen Naturbetrachtung des Anaxagoras, von dem wir nicht ohne Staunen vernehmen, daß der Mond*), wenn seine Schwungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde, wie der Stein in der Schleuder.“ Von ähnlichen Aeußerungen des Klagomeniers und des Diogenes von Apollonia über „Nachlassung im Umschwunge“ habe ich bei Gelegenheit der Aerolithenfälle schon früher gehandelt†). Von der Ziehkraft, welche das Centrum der Erde ausübt gegen alle schwere Massen, die man von demselben trennt, hatte allerdings Plato einen klareren Begriff als Aristoteles: der zwar, wie Hipparch, die Beschleunigung der Körper im Fall kannte, ohne jedoch ihren Grund richtig aufzufassen. Im Plato und bei Democritus wird die Anziehung auf die Affinität, das Streben gleichartiger elementarer Stoffe beschränkt‡). Nur der Alexandriner Johannes Philoponus, ein Schüler des Ammonius Hermeas, wahrscheinlich erst aus dem 5ten Jahrhundert, schreibt die Bewegung der Weltkörper einem primitiven Stöße zu, und verbindet mit dieser Idee die des Falles, des Strebens aller schweren und leichten Stoffe gegen die Erde§). Was Copernicus ahndete, Kepler aber in seinem herrlichen Werke de Stella Martis deutlicher aussprach, dort selbst¶) auf die Ebbe und Fluth des Oceans anwandte, findet man neu belebt und reich befruchtet (1666 und 1674) durch den Scharfsinn des geistreichen Robert Hooke. Nach solchen Vorbereitungen bot Newton's Lehre von der Gravitation das großartige Mittel dar, die ganze physische Astronomie in eine Mechanik des Himmels zu verwandeln**).

Copernicus kannte, wie man nicht bloß aus der Zueignung an den Pabst, sondern in mehreren Stellen des Werkes selbst sieht, ziemlich vollständig die Vorstellungen der Alten vom Weltbau. Er nennt indeß aus der vorhipparchischen Zeit nur Nicetas aus Syracus, den er immer als Nicetas aufführt, Philolaus den Pythagoreer, den Timäus des Plato, Cephanus, Heraclides den Pontiker und den großen Geometer Apollonius von Perga. Von den beiden seinem Systeme am nächsten stehenden Mathematikern, dem Aristarch von Samos und Seleucus dem Babylonier††), erwähnt er den ersten ohne alle Bezeichnung und den zweiten gar nicht. Man hat oft behauptet, er habe die Meinung

itum. — Ipse denique Sol medium mundi putabitur possidere, quae omnia ratio ordinis, quo illa sibi invicem succedunt, et mundi totius harmonia nos docet, si modo rem ipsam ambobus (ut ajunt) oculis inspiciamus. (Copern. de Revol. orb. coel. lib. I cap. 9 p. 7, b.)

*) Plut. de facie in orbe Lunae pag. 923 C. (Vergl. J. Deler, Metabrologia veterum Graecorum et Romanorum 1832 p. 6.) In der Stelle des Plutarch wird Anaxagoras nicht genannt; daß dieser aber dieselbe Theorie „vom Fall beim Nachlassen des Umschwunges“ auf alle (kleinere) Himmelskörper anwendet, lehren Diog. Laert. II, 12 und die vielen Stellen, welche ich oben (Rosmos Bd. I. S. 57 Anm. *), 59 Anm. †), 66 Anm. ‡) gesammelt. Vergl. Arist. de Coelo II, 1 pag. 284, a 24 Besser, und eine merkwürdige Stelle des Simplicius § p. 491, b in den Scholien nach der Ausgabe der Berliner Akademie, wo des „Nichterfallens der himmlischen Körper“ gedacht wird, „wenn der Umschwung die Oberhand habe über die eigene Fallkraft oder den Zug nach unten.“ An diese Ideen, welche übrigens theilweise dem Empedocles und Democritus wie dem Anaxagoras zugehören, knüpft sich das von Simplicius (l. o.) angeführte Beispiel: „daß das Wasser in einer Phiole nicht ausgegossen wird beim Umschwung derselben, wenn der Umschwung schneller ist als die Bewegung des Wassers nach unten, τῆς ἐν τῷ κάρω τοῦ ὕδατος φερέας.“

†) Rosmos Bd. I. S. 66 u. Anm. †). (Vergl. L'etronne des opinions cosmographiques des Pères de l'Eglise in der Revue des deux Mondes 1834 T. I. p. 621.)

‡) S. die Beweisstellen zu allem, was sich im Alterthum auf Anziehung, Schwere und Fall der Körper bezieht, mit großem Fleiß und mit Scharfsinn gesammelt in Th. Henri Martin, Etudes sur la Timée de Platon 1841 T. II. p. 272–280 und 341.

§) Joh. Philoponus de creatione mundi lib. I. cap. 12.

¶) Er gab später die richtige Meinung auf (Dewester, Martyrs of Science 1846 p. 211); aber daß dem Centralkörper des Planeten-Systems, der Sonne, eine Kraft inwohne, welche die Bewegungen der Planeten beherrsche, daß diese Sonnenkraft entweder wie das Quadrat der Entfernungen, oder in geradem Verhältnisse abnehme, äußert schon Kepler in der 1618 vollendeten Harmonice Mundi.

**) Rosmos Bd. I. S. 20 und 28.

††) A. a. D. Bd. II. S. 243 und 282. Die zerstreuten Stellen, welche sich in dem Werke des Copernicus auf die vorhipparchischen Systeme des Weltbaues beziehen, sind außer der Zueignung folgende: lib. I cap. 5 und 10, lib. V cap. 1 und 3 (ed. princ. 1543 p. 3, b; 7, b; 8, b; 133, b; 141 und 141, b; 179 und 181, b.) Ueberall zeigt Copernicus eine Vorliebe und sehr genaue Bekanntschaft mit den Pythagoreern, oder, um vorsich-

des Aristarch von Samos von der Centralsonne und der planetarischen Erde darum nicht gekannt, weil der Arenarius und alle Werke des Archimedes erst ein Jahr nach seinem Tode, ein volles Jahrhundert nach Erfindung der Buchdruckerkunst, erschienen seien; aber man vergißt, daß Copernicus in der Zueignung an den Pabst Paul III. eine lange Stelle über Philolaus, Euphantus und Heraclides vom Pontus aus des Plutarchus Werke über die Meinung der Philosophen (III, 13) citirt und daß er in demselben (II, 24) hätte lesen können, wie Aristarch von Samos die Sonne den Fixsternen beigezählt habe. Was unter allen Meinungen der Alten den tiefsten Einfluß auf die Richtung und allmähliche Entwicklung seiner Ideen ausgeübt haben könnte, sind nach Gassendi's Behauptung eine Stelle in dem encyclopädischen, in halb barbarischer Sprache abgefaßten Werke des Martianus Mineus Capella und das Weltsystem des Apollonius von Perga. Nach der Vorstellungsart des Martianus Mineus aus Madaura, die mit zu großer Zuversicht*) bald

tiger mich auszudrücken, mit dem, was den ältesten unter ihnen zugeschrieben wurde. So kennt er z. B., wie der Eingang der Zueignung beweist, den Brief des Erythraeus an den Hipparchus, welcher allerdings bezeugt, daß die geheimnißliebende italische Schule, „wie es anfangs auch des Copernicus Vorschlag war,“ nur Freunden ihre Meinungen mittheilen wollte. Das Zeitalter des Erythraeus ist ziemlich unsicher; er wird bald ein unmittelbarer Schüler des Pythagoras genannt, bald und sicherer ein Lehrer des Epaminondas (Bösch, Philolaus S. 8–16). Der Brief des Erythraeus an Hipparch, einen alten Pythagoreer, der die Geheimnisse des Bundes veröffentlicht hatte, ist, wie so viele ähnliche Schriften, in spätern Zeiten geschmiedet worden. Copernicus hat ihn wahrscheinlich aus der Sammlung des Albertus Magnus, Epistolae diversorum philosophorum (Romae 1494), oder aus einer lateinischen Uebersetzung des Cardinals Bessarion (Venet. 1516) gekannt. Auch in dem Verbot der Copernicanischen Schrift de Revolutionibus, in dem berühmten Decret der Congregatione dell' Indice vom 5. März 1616, wird das neue Weltssystem ausdrücklich als „falsa illa doctrina Pythagorica, Divinae Scripturae omnino adversans“ bezeichnet. Die wichtige Stelle über Aristarch von Samos, von welcher ich im Text geredet, steht im Arenarius pag. 449 der Pariser Ausgabe des Archimedes von 1615, von David Rivaults. Die editio princeps aber ist die Baseler von 1544 apud Io. Hervagium. Die Stelle im Arenarius sagt sehr bestimmt: „Aristarch habe die Astronomen widerlegt, welche sich die Erde unbewegt in der Mitte des Weltbaues denken. Die Sonne bezeichne diese Mitte; sie sei unbeweglich wie die anderen Sterne, während die Erde um die Sonne freise.“ In dem Werk des Copernicus ist Aristarch zweimal, p. 69, b und 79, ohne alle Beziehung auf sein System genannt. — Zeller fragt (Wolfs und Buttmann's Museum der Alterthums-Wissenschaft Bd. II. 1808 S. 452), ob Copernicus die Schrift docta ignorantia des Nicolaus von Cusa gekannt habe. Die erste Pariser Ausgabe der Werke ist allerdings von 1514, und der Ausdruck: iam nobis manifestum est, terram in veritate moveri hätte aus dem Munde eines platonisirenden Cardinals auf den Domherrn von Frauenburg einigen Eindruck machen sollen (Brewster, Philosophie of the inductive Sciences Vol. II. p. 343); aber ein Bruchstück von Cusa's Hand, das durch Clemens ganz neuerlich 1843 in der Bibliothek des Hospitals zu Cues aufgefunden worden ist, beweist genugsam, so wie auch die Schrift de conatione sapientiae cap. 28, daß Cusa sich die Erde nicht um die Sonne, sondern mit dieser zugleich, aber langsamer, „um die immerfort wechselnden Pole der Welt“ bewegt dachte. (Clemens in Giordano Bruno und Nicol. von Cusa 1847 S. 97–100.)

*) S. die gründliche Behandlung dieses Gegenstandes in Martin, Etudes sur Timée T. II. p. 111

(Cosmographie des Egyptiens) und p. 129–133 (antécédents du Système de Copernic). Die Behauptung dieses gelehrten Philologen, nach welcher das ursprüngliche System des Pythagoras selbst von dem des Philolaus verschieden ist und die Erde unbewegt in die Mitte gesetzt haben soll, scheint mir nicht ganz überzeugend (T. II. p. 103 und 107). Ueber die auffallende Behauptung Gassendi's von dem tychonischen Systeme des Apollonius von Perga, deren ich oben im Text Erwähnung gethan, will ich hier mich bestimmter erklären. Es heißt in den Biographien des Gassendi: „Magna imprimis rationem habuit Copernicus duarum opinionum affinium, quarum unam Martiano Capellae, alteram Apollonio Pergaeo attribuit. — Apollonius Solem delegit, circa quem, ut centrum, non modo Mercurius et Venus, verum etiam Mars, Jupiter, Saturnus suas obirent periodos, dum Sol interim, uti et Luna, circa Terram, ut circa centrum, quod foret Affixarum mundique centrum, moveretur; quae deinceps quoque opinio Tychohis propemodum fuit. Rationem autem magnam harum opinionum Copernicus habuit, quod utraque eximie Mercurii ac Veneris circuitiones repraesentaret, eximieque causam retrogradationum, directionum, stationum in iis apparentium exprimeret, et posterior (Pergaei) quoque in tribus planetis superioribus praestaret.“ (Gassendi, Tychohis Braheii vita p. 296.) Mein Freund, der Astronom Galle, von dem ich Belehrung gewünscht, findet, wie ich, nichts, was Gassendi's so bestimmte Behauptung rechtfertigen könnte. „In den Stellen,“ schreibt er, „die Sie mir in des Ptolemäus Almagest (im Eingang von Buch XII) und in dem Werke des Copernicus lib. V cap. 3 pag. 141 a, cap. 35 pag. 179, a und b, cap. 36 pag. 181, b bezeichnen, ist nur von der Erklärung der Rückgänge und Stillstände der Planeten die Rede, wodurch zwar auf des Apollonius Annahme von der Umdrehung der Planeten um die Sonne hingewiesen wird (so wie auch Copernicus selbst der Annahme des Stillstandes der Erde ausdrücklich erwähnt); woher aber dieser, was er von Apollonius voraussetzt, geschöpft habe, ist nicht zu bestimmen. Es wird deshalb nur auf eine späte Autorität in dem tychonischen gleichem System des Apollonius von Perga vermuthet werden können, obgleich ich eine deutliche Darlegung dieses Systems auch bei Copernicus nicht erwähnt noch aus ältern Stellen citirt gefunden habe. Sollte bloß lib. XII des Almagest die Quelle sein, wonach dem Apollonius die vollständige tychonische Ansicht beigemessen wird, so ist zu glauben, daß Gassendi in seinen Voraussetzungen zu weit gegangen ist und daß es sich damit eben so verhalte, wie mit den Phasen des Merkur und der Venus, die Copernicus (lib. I cap. 10 pag. 7, b und 8, a) zur Sprache gebracht, ohne sie bestimmt auf sein System angewendet zu haben. Weñlich hat vielleicht Apollonius die Erklärung der Rückgänge der Planeten unter der Annahme einer Umdrehung um die Sonne

den Aegyptern, bald den Chaldäern zugeschrieben wird, ruht die Erde unbeweglich im Mittelpunkte, aber die Sonne wird, als kreisender Planet, von zwei Satelliten (Merkur und Venus) umgeben. Eine solche Ansicht des Weltgebäudes konnte freilich zu der der Centralkräfte der Sonne vorbereiten. Nichts rechtfertigt aber, weder in dem *Umagest* und überhaupt in den Schriften der Alten, noch in dem Werke des Copernicus de Revolutionibus, die von Gassendi so bestimmt ausgesprochene Behauptung über die vollkommene Ähnlichkeit des tychonischen Systems mit dem, welches man dem Apollonius von Perga zuschreiben will. Von der Verwechselung des copernicanischen Systems mit dem des Pythagoreers Philolaus, in welchem die nicht rotirende Erde (die Antichton oder Gegenerde ist nicht ein eigener Planet, sondern die entgegengesetzte Halbkugel unseres Planeten) wie die Sonne selbst sich um den Weltbeerd, das Centralfeuer, die Lebensflamme des ganzen Planetensystems, bewegt: kann nach Bösch's vollendeten Untersuchungen ferner keine Rede sein.

Die wissenschaftliche Revolution, deren Urheber Nicolaus Copernicus war, hat das seltsame Glück gehabt (eine kurze, rückschreitende Bewegung der tychonischen Hypothese abgerechnet) ununterbrochen zum Ziele, zur Entdeckung des wahren Weltbaues zu führen. Die reiche Fülle genauer Beobachtungen, welche der eisernde Gegner selbst, Tycho de Brahe, lieferte, begründete die Entdeckung der ewigen Geseze planetarischer Bewegung, die Kepler's Namen einen unsterblichen Ruhm bereiteten und, von Newton gedeutet, theoretisch als nothwendig erwiesen, in das Lichtreich des Gedankens, eines denkenden Erkennens der Natur, übertragen wurden. Man hat*) mit Scharfsinn, aber vielleicht mit zu schwacher Bezeichnung des freien, selbstständig die Gravitations-Theorie schaffenden Geistes gesagt: „Kepler schrieb ein Gesezbuch, Newton den Geist der Geseze.“

Die sinnbildlichen dichterischen Mythen pythagorischer und platonischer Weltgemälde, wandelbar†) wie die Phantasie, die sie erzeugt, fanden theilweise noch ihren Refler in Kepler; sie erwärmten und erheiterten sein oft getrübt's Gemüth, aber sie lenkten nicht ab von der ersten Bahn, die er verfolgte und an deren Ziel ‡) er gelangte zwölf Jahre vor

mathematisch behandelt, ohne etwas bestimmtes und allgemeines über die Wahrheit dieser Annahme hinzuzufügen. Der Unterschied des von Gassendi beschriebenen apollonischen Systems von dem des Tycho würde übrigens nur der sein, daß dieser auch noch die Ungleicheiten in den Bewegungen erklärt. Die Bemerkung von Robert Small, daß die Idee, welche dem tychonischen Systeme zum Grunde liegt, keinesweges fremd dem Geiste des Copernicus gewesen sei, sondern ihm vielmehr als ein Durchgangspunkt für sein eigenes System gebiet habe, scheint mir wohlbegründet.“

*) Schubert, *Astronomie* Th. I. S. 124. Eine überaus gelungene und vollständige tabellarische Uebersicht aller astronomischen Anschauungen des Weltbaues von den frühesten Zeiten der Menschheit bis zu Newton's Gravitations-System (*Inductive Table of Astronomy*) hat Whewell gegeben in der *Philosophy of the inductive Sciences* Vol. II. p. 282.

†) Plato ist philolaisch im *Pyädrus*, im *Timäus* dagegen ganz dem System der unbewegten im Centrum ruhenden Erde, das man später hierarchisch und riodematisch genannt hat, zugethan. (Bösch de Platonico systemate coelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae p. XXVI–XXXII; derselbe im *Philolaus* S. 104–108. Vergl. auch Frieß, *Geschichte der Philosophie* Bb. I. S. 325–342 mit Martini, *Etudes sur Timée* T. II. p. 64–92.) Das astronomische Traumbild, in welches der Weltbau am Ende des Buchs von der Republik gehüllt ist, erinnert zugleich an das eingeschachtelte Sphären-System der Planeten und den Einklang der Töne, „als Stimmen der mit umschwingenden Sirenen.“ (S. über Entdeckung des wahren Weltsystems die schöne, vielumfassende Schrift von Aepel: *Epochen der Gesch. der Menschheit* Bb. I. 1845 S. 205–305 und 379–445.)

‡) Kepler, *Harmonices Mundi libri quinque* 1619 p. 189. „Am 8. März 1618 kam Kepler nach vielen vergeblichen Versuchen auf den Gedanken die Quabrate der Umlaufzeiten der Planeten mit den Würfeln der mittleren Entfernungen zu vergleichen, allein er verrecknete sich und verwarf diesen Gedanken wieder. Am 15. Mai 1618 kam er auf den Gedanken zurück und rechnete richtig. Das dritte Kepler'sche Gesez war nun entdeckt. Diese Entdeckung und die damit verwandten fallen gerade in die unglückliche Epoche, in welcher der, von früher Kindheit an den härtesten Schlägen des Schicksals ausgesetzte Mann daran arbeitet, seine 70jährige Mutter, die der Giftmischung, Tränenlosigkeit und Zauberei angeklagt ist, in einem 6 Jahre dauernden Proceß von der Folter und dem Tode zu retten. Der Verdacht ward dadurch verstärkt, daß ihr eigener Sohn, der böartige Jünger des Christoph Kepler, die Mutter anklagte, und daß diese bei einer Lante ergozen war, welche zu Weil als Here verbrannt wurde. S. eine überaus interessante, im Auslande wenig bekannt gewordene und nach neu aufgefundenen Manuscripten abgefaßte Schrift des Freiherrn von Breitschwert: *Johann Kepler's Leben und Wirken* 1831 S. 12, 97–147 und 196. Nach derselben Schrift ward Kepler, der sich in deutschen Briefen immer Kepler unterzeichnet, nicht den 21. Dec. 1571 in der Reichsstadt Weil, wie man gewöhnlich annimmt, sondern den 27. Dec. 1571 in dem württembergischen Dorfe Wagnstatt geboren. Von Copernicus ist es ungewiß, ob er am 19. Jan. 1472, oder am 19. Febr. 1473, wie Möstlin will, oder (nach Cysnös) den 12. Februar desselben Jahres geboren ist. Des Columbus Geburtsjahr schwankte lange um 19 Jahre. Ramusio setzt es in 1430, Bernaldez, der Freund des Entdeckers, in 1436, der berühmte Geschichtschreiber Munoz in das Jahr 1446.

seinem Tode in der denkwürdigen Nacht des 15. Mai 1618. Copernicus hatte durch die tägliche Rotation der Erde um ihre Achse eine genügende Erklärung der scheinbaren Umwälzung des Fixsternhimmels und durch die jährliche Bewegung um die Sonne eine ebenso vollkommene Auflösung der auffallendsten Bewegungen der Planeten (Stationen und Rückgänge) gegeben und so den wahren Grund der sogenannten zweiten Ungleichheit der Planeten gefunden. Die erste Ungleichheit, die ungleichförmige Bewegung der Planeten in ihren Bahnen, ließ er unerklärt. Getreu dem uralten pythagorischen Principe von der den Kreisbewegungen inwohnenden Vollkommenheit, bedurfte Copernicus noch zu seinem Weltentbau excentrischer, im Mittelpunkt leerer Kreise, auch einiger Epicykeln des Apollonius von Perge. So kühn der Weg war, den man eingeschlagen, so konnte man doch nicht auf einmal von allen früheren Ansichten befreien.

Der gleiche Abstand, in welchem die Sterne von einander bleiben, indem das ganze Himmelsgewölbe sich von Osten nach Westen bewegt, hatte zu der Vorstellung eines Firmaments, einer soliden krystallinen Sphäre geführt, an welche sich Anaximenes (vielleicht nicht viel jünger als Pythagoras) die Sterne wie Nägel*) angeheftet dachte. Gemius der Rhodier, gleichzeitig mit Cicero, bezweifelt, daß die Sternbilder in einer Fläche liegen; einige liegen nach ihm höher, andere tiefer. Die Vorstellung vom Fixsternhimmel wurde auf die Planeten übertragen; und so entstand die Theorie der excentrischen in einander geschachtelten Sphären des Eudorus, Menächmus und des Aristoteles, der die rückwirkenden Sphären ersand. Die Theorie der Epicykeln, eine Construction, welche sich der Darstellung und Berechnung der planetarischen Bewegungen leichter anpaßte, verdrängte nach einem Jahrhundert durch den Scharfsinn des Apollonius die starren Sphären. Ob man, wie Ideler glaubt, erst nach Errichtung des alexandrinischen Museums angefangen habe „eine freie Bewegung der Planeten im Weltraum für möglich zu halten;“ ob man sich allgemein früher sowohl die eingeschachtelten durchsichtigen Sphären (nach Eudorus 27, nach Aristoteles 55) als die Epicykeln, die Hipparch und Ptolemäus dem Mittelalter überlieferten, nicht als fest, von materieller Dichte, sondern nur als ideelle Anschauungen dachte: darüber enthalte ich mich hier aller historischen Entscheidung, so sehr ich auch der „bloß ideellen Anschauung“ zugethan bin. Gewisser ist es, daß in der Mitte des 16ten Jahrhunderts, da die Theorie der 77 homocentrischen Sphären des gelehrten Polyhistor Girolamo Fracastoro Beifall fand und da später die Gegner des Copernicus alle Mittel aufsuchten das ptolemäische System aufrecht zu halten, die, besonders von den Kirchenvätern begünstigte Vorstellung von der Existenz solider Sphären, Kreise und Epicykeln noch weit verbreitet war. Tycho de Brahe rühmt sich ausdrücklich des Verdienstes, durch seine Betrachtungen über die Cometenbahnen zuerst die Unmöglichkeit solider Sphären erwiesen, das künstliche Gerüste derselben zertrümmert zu haben. Er füllte den freien Himmelsraum mit Luft, und glaubte sogar, das widerstehende Mittel könne, von den kreisenden Weltkörpern erschüttert, Töne erzeugen. Diese erneuerte pythagorische Tonmythe glaubte der wenig poetische Nothmann widerlegen zu müssen.

Die große Entdeckung Kepler's, daß alle Planeten sich in Ellipsen um die Sonne bewegen und daß die Sonne in dem einen Brennpunkt dieser Ellipsen liegt, hat endlich das ursprüngliche copernicanische System von den excentrischen Kreisen und von allen Epicykeln befreit†). Der planetarische Weltbau erschien nun objectiv, gleichsam architectonisch,

*) Mut. de plac. Philos. II, 14; Aristot. Meteorol. XI, 8, de Coelo II, 8. Ueber die Sphärentheorie im allgemeinen und insbesondere über die rückwirkenden Sphären des Aristoteles s. Ideler's Vorlesung über Eudorus 1828 S. 49–60.

†) Eine bessere Einsicht in die freie Bewegung der Körper, in die Unabhängigkeit der einmal gegebenen Richtung der Erdbache von der rotatorischen und fortschreitenden Bewegung der Erdoberfläche in ihrer Bahn hat

das ursprüngliche System des Copernicus auch von der Annahme einer Declinations-Bewegung oder sogenannten dritten Bewegung der Erde (de Revolut. orb. coel. lib. I cap. 11, triplex motus telluris) befreit. Der Parallelismus der Erdbache erhält sich im jährlichen Umlauf um die Sonne, nach dem Gesetz der Trägheit ohne Anwendung eines richtenden Epicykels.

in seiner einfachen Größe; aber das Spiel und der Zusammenhang der inneren, treibenden und erhaltenden Kräfte wurden erst von Isaac Newton enthüllt. Wie man oft schon in der Geschichte der allmähigen Entwicklung des menschlichen Wissens bemerkt hat, daß wichtige, aber scheinbar zufällige Entdeckungen, wie das Austreten großer Geister, sich in einen kurzen Zeitraum zusammendrängen; so sehen wir diese Erscheinung auf die auffallendste Weise in dem ersten Decennium des 17ten Jahrhunderts wiederholt. Tycho, der Gründer der neueren messenden Astronomie, Kepler, Galilei und Bacon von Verulam sind Zeitgenossen. Alle, außer Tycho, haben in reifen Jahren noch die Arbeiten von Descartes und Fermat erlebt. Die Grundzüge von Bacon's *Instauratio Magna* erschienen in englischer Sprache schon 1605, fünfzehn Jahre vor dem *Novum Organon*. Die Erfindung des Fernrohrs und die größten Entdeckungen der physischen Astronomie (Jupiterstrabanten, Sonnenflecken, Phasen der Venus, Wundergestalt des Saturn) fallen zwischen die Jahre 1609 und 1612. Keplers Speculationen über die elliptische *) Marsbahn beginnen 1601 und geben Anlaß zu der acht Jahre darauf vollendeten *Astronomia nova seu Physica coelestis*. „Durch das Studium der Bahn des Planeten Mars,“ schreibt Kepler, „müssen wir zu den Geheimnissen der Astronomie gelangen oder wir bleiben in derselben auf immer unwissend. Es ist mir durch hartnäckig fortgesetzte Arbeit gelungen die Ungleichheiten der Bewegung des Mars Einem Naturgesetz zu unterwerfen.“ Die Verallgemeinerung desselben Gedankens hat Kepler zu den großen Wahrheiten und kosmischen Abhandlungen geführt, die der phantastereiche Mann zehn Jahre später in seiner *Weltharmonie* (*Harmonices Mundi libri quinque*) dargelegt. „Ich glaube,“ sagt Kepler schön in einem Briefe an den dänischen Astronomen Longomontanus, „daß Astronomie und Physik so genau mit einander verknüpft sind, daß keine ohne die andere vervollkommenet werden kann.“ Auch erschienen die Früchte seiner Arbeiten über die Structur des Auges und die Theorie des Sehens 1604 in den *Paralipomenen* zum *Vitellion*, die *Dioptrik*†) selbst schon 1611. So verbreitete sich das Wissen über die wichtigsten Gegenstände der Erscheinungswelt in den himmlischen Räumen wie über die Art, durch Erfindung neuer Organe, diese Gegenstände zu erfassen, in dem kurzen Zeitraume der ersten 10 bis 12 Jahre eines mit Galilei und Kepler anbrechenden, mit Newton und Leibniz endenden Jahrhunderts.

Die zufällige Erfindung der raumburchdringenden Kraft der Fernröhre wurde zuerst in Holland, wahrscheinlich schon in den letzten Monaten des Jahres 1608, bekannt. Nach den neuesten archivariischen Untersuchungen ‡) können Ansprüche auf diese große Erfindung

*) Desambres, *Hist. de l'Astronomie ancienne* T. II. p. 381.

†) S. Sir David Brewster's Urtheil über Keplers optische Arbeiten in the *Martyrs of Science* 1846 p. 179–182 (vergl. Wilde, *Gesch. der Optik* 1838 Th. I. S. 182–210). Wenn das Geheiß der Brechung der Lichtstrahlen dem Leidener Professor Willebrord Snellius (1626) gebührt, der es in seinen Papieren vergraben hinterließ, so ist dagegen die Publication des Gesetzes unter einer trigonometrischen Form zuerst durch Descartes gegeben. S. Brewster im *North-British Review* Vol. VII. p. 207; Wilde, *Gesch. der Optik* Th. I. S. 227.

‡) Vergl. zwei vortreffliche Abhandlungen über die Erfindung des Fernrohrs von Prof. Moll aus Utrecht im *Journal of the Royal Institution* 1831 Vol. I. p. 319 und von Wilde zu Berlin in seiner *Geschichte der Optik* 1838 Th. I. S. 138–172. Das in holländischer Sprache abgefaßte Werk von Moll führt den Titel: *Geschiedkundig Onderzoek naar de eerste Uitfinders der Vernykysers, uit de Aanteekeningen van wyle den Hoogl. van Swinden zamengesteld door G. Moll. Amsterdam 1831.* Obgleich hat einen Auszug aus dieser interessanten Schrift mitgetheilt in Schumacher's *Jahrbuch* für 1843 S. 56–65. Die optischen Instrumente welche Janßen dem Prinzen Moritz von Nassau

und dem Erzhertzog Albert lieferte (letzterer schenkte das feinste an Cornelius Drebbel), waren, wie aus dem Briefe des Gelehrten Boreel erhellt, der als Kind oft in des Brillenmachers Janßen's Haus gewesen war und die Instrumente später im Laden sah, Microscope von 18 Zoll Länge, „durch welche kleine Gegenstände, wenn man von oben hinein sah, wunderbar vergrößert wurden.“ Die Verwechselung der Microscope und Teleskope verunkelt die Geschichte der Erfindungen beider Werkzeuge. Der eben erwähnte Brief von Boreel (aus Paris 1655) macht es, trotz der Autorität von Tiraboschi, unwahrscheinlich, daß die erste Erfindung des zusammengelegten Microscops Galilei gebühre. Vergl. über diese dunkle Geschichte optischer Erfindungen Vincenzio Vannini in den *Saggi di Naturali Esperienze fatte nell' Accademia del Cimento* 1841 p. 22–26. Huygens, dessen Geburtsjahr kaum 25 Jahre nach der mathematischen Erfindungsperiode des Fernrohrs fällt, wagt schon nicht mit Gewißheit über den Namen des ersten Erfinders zu entscheiden (*Opera reliqua* 1728 Vol. II. p. 125.) Nach den archivariischen Forschungen von van Swinden und Moll besaß nicht nur Lipperhey schon den 2. Oct. 1608 von ihm selbst angefertigte Fernröhre, sondern der französische Gesandte im Haag, Präsident Jeannin, schrieb auch schon den 28. Dec. desselben Jahres an Sully: „daß er mit dem Middelburger Brillen-

machen: Hans Lippershey, gebürtig aus Wesel, Brillenmacher zu Middelburg; Jacob Adriaansz mit dem Beinamen Metius, der auch Brennspiegel von Eis verfertigt haben soll; und Zacharias Jansen. Der erste wird in dem wichtigen Briefe des holländischen Gesandten Boreel an den Arzt Borelli, Verfasser der Abhandlung de vero telescopii inventore (1655), immer Laprey genannt. Wenn man die Priorität nach den Zeitepochen bestimmen will, in denen den Generalstaaten Anträge gemacht wurden, so gehört dem Hans Lippershey der Vorrang. Er bietet der Regierung drei Instrumente an, „mit denen man in die Ferne sieht,“ am 2. October 1608. Des Metius Anerbieten ist erst vom 17. October desselben Jahres, aber er sagt ausdrücklich in der Handschrift: „daß er durch Fleiß und Nachdenken schon seit zwei Jahren solche Instrumente construiert habe.“ Zacharias Jansen (wie Lippershey, Brillenmacher zu Middelburg) ersand in Gemeinschaft mit seinem Vater Hans Jansen gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts (wahrscheinlich nach 1590) das zusammengesetzte Microscop, dessen Ocular ein Zerstreuungsglas ist; aber erst 1610, wie der Gesandte Boreel es bezeugt, das Fernrohr, welches er und seine Freunde zwar auf ferne irdische, aber nicht auf himmlische Gegenstände richteten. Der Einfluß, welchen das Microscop auf die tiefere Kenntniß alles Organischen in Gestalt und Bewegung der Theile, das Fernrohr auf die plötzliche Erschließung der Welträume ausgeübt haben, ist so unermesslich gewesen, daß die Geschichte der Entdeckung hier umständlicher berührt werden mußte.

Als die Nachricht von der in Holland gemachten Erfindung des telescopischen Sehens im Mai 1609 sich nach Venedig verbreitete, wo Galilei zufällig anwesend war, errieth dieser das Wesentliche der Construction eines Fernrohrs und brachte sogleich das seinige in Padua zu Stande*). Er richtete dasselbe zuerst auf die Gebirgslandschaften des Mondes, deren höchste Punkte er zu messen lehrte, während er, wie Leonardo da Vinci und Möstlin, das aschfarbene Licht des Mondes dem von der Erde auf den Mond reflectirten Sonnenlichte zuschrieb; er durchforschte mit schwacher Vergrößerung die Gruppe der Plejaden, den Sternhaufen der Krippe im Krebs, die Milchstraße und die Sterngruppe im Kopf des Orion. Dann folgten schnell hinter einander die großen Entdeckungen der vier Tra-

macher über ein Fernrohr unterhandle, welches er dem König Heinrich IV. schenken wollte.“ Simon Marius (Mayer aus Gunzenhausen, der Mitentdecker der Jupitermonde) erzählt sogar, daß seinem Freunde Fuchs von Bimbach, geheimem Rath des Markgrafen von Ansbach, bereits im Herbst 1608 in Frankfurt am Main von einem Belgier ein Fernrohr angeboten worden sei. Zu London fabricirte man Fernrohre im Februar 1610, also ein Jahr später als Galilei das seinige zu Stande brachte (Rigaud on Harriot's papers 1833 p. 23, 26 und 46). Man nannte sie anfangs Cylinder, Porta, der Erfinder der Camera obscura, hat, wie früher Fracastoro, der Zeitgenosse von Columbus, Copernicus und Cardanus, bloß von der Möglichkeit gesprochen, durch auf einander gelegte concave und concave Gläser (duo specilla ocularia alterum alteri superposita), „alles größer und näher zu sehen;“ aber die Erfindung des Fernrohrs kann man ihnen nicht zuschreiben. (Traboschi, Storia della Lettera ital. T. XI. p. 467; Wilde, Gesch. der Optik Th. I. S. 121.) Brillen waren in Harlem seit dem Anfang des 14ten Jahrhunderts bekannt und eine Handschrift in der Kirche Maria Maggiore zu Florenz nennt als Erfinder (inventore degli occhiali) den 1317 gestorbenen Salvo degli Armali. Einzelne, wie es scheint, sichere Angaben über den Gebrauch der Brillen durch Geisse hat man selbst von 1299 und 1305. Die Stellen von Roger Bacon beziehen sich auf die vergrößernde Kraft gläserner Kugelsegmente. S. Wilde, Gesch. der Optik Th. I. S. 93–96 und oben S. 321 Anm. *).

*) Eben so soll der oben genannte Arzt und Markgräflich ansbachische Mathematicus Simon Mar-

rius schon 1608, nach der von Fuchs von Bimbach erhaltenen Beschreibung von der Wirkung eines holländischen Fernrohrs, sich selbst eines construiert haben. Ueber Galilei's früheste Beobachtung der Gebirgslandschaften des Mondes, deren ich im Texte erwähnte, vgl. Mell, Vita di Galilei Vol. I. p. 200–206; Galilei, Opere 1744 T. II. p. 60, 403 und (Lettera al Padre Christophoro Grienberger, in materia delle Montuosità della Luna) p. 409–424. Galilei findet einige freisrunde, von Bergen überall umgebene Landschaften im Monde, der Gestalt von Völkern ähnlich. „Eundem fuit aspectum Lunae locos quidam, ac faceret in terris regio consimilis Boemiae, si montibus altissimis, inque peripheriam perfecti circuli dispositis ocluderetur undique.“ (T. II. p. 8.) Die Bergmessungen geschähen nach der Methode der Richtungen. Galilei maß, wie später noch Hevelius that, den Abstand des Berggipfels von der Erleuchtungsgrenze in dem Augenblick, wo die Berggipfel zuerst von den Sonnenstrahlen getroffen werden. Von der Länge der Bergschatten finde ich keine Beobachtung. Er fand die Erhöhungen incirea miglia quattro hoch, und viele höher als unsere Berge auf der Erde. Die Vergleichung ist sonderbar, da nach Riccioli man damals so übertriebene Meinungen von unseren Berggipfeln hatte und einer der vornehmsten, d. h. früh berufensten, der Vic von Teneriffa, erst 1724 mit einiger Genauigkeit trigonometrisch von Feuillee gemessen wurde. An die Existenz von vielen Seen und einer Atmosphäre des Mondes glaubte Galilei auch, wie alle Beobachter bis zum Ende des 18ten Jahrhunderts.

banten des Jupiter, der zwei Handhaben des Saturn (seine undeutlich gesehene, nicht erkannte Ringumgebung), der Sonnenflecken und der sichelförmigen Gestalt der Venus.

Die Monde des Jupiter, die ersten aller durch das Fernrohr aufgefundenen Nebenplaneten, wurden, wie es scheint, fast zugleich, und ganz unabhängigweise, am 29. December 1609 von Simon Marius zu Ansbach und am 7. Januar 1610 von Galilei zu Padua entdeckt. In der Publication dieser Entdeckung kam Galilei durch den Nuncius Sidereus (1610) dem Mundus Jovialis (1614) des Simon Marius zuvor*). Dieser hatte den Jupiterstrabanten den Namen Sidera Brandenburgica zugebracht; Galilei schlug die Namen Sidera Cosmica oder Medicea vor, von denen in Florenz der letztere am Hofe mehr Beifall fand. Die collectiven Namen genügten aber nicht dem schmeichlerischen Sinne. Statt die Monde, wie wir jetzt thun, durch Zahlen zu bezeichnen, nannte sie Marius: Io, Europa, Ganymed und Callisto; durch Galilei's Nomenclatur traten an die Stelle dieser mythologischen Wesen die Familiennamen des mediceischen Herrscherhauses: Catharina, Maria, Cosimo der ältere und Cosimo der jüngere.

Die Bekanntschaft mit dem Satelliten-System des Jupiter und die mit den Phasen der Venus haben den wesentlichen Einfluß auf die Befestigung und Verbreitung des copernicanischen Systemes gehabt. Die kleine Jupiterswelt (Mundus Jovialis) bot dem geistigen Blicke ein vollkommenes Bild des großen Planeten- und Sonnensystems dar. Man erkannte, daß die Nebenplaneten den von Kepler entdeckten Geseßen gehorchen; am frühesten, daß die Quadrate der Umlaufzeiten sich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen der Satelliten vom Hauptplaneten. Deshalb ruft Kepler, in der Harmonice Mundi, in dem festen Vertrauen und der Sicherheit, welche „einem deutschen Manne“ die philosophische Freimüthigkeit einflößt, den Stimmführenden jenseits der Alpen zu:

*) Ich finde hier Veranlassung, wiederum (S. 308-309, im ersten Buche) an den von Arago ausgesprochenen Grundsatz zu erinnern: „Il n'y a qu'une manière rationnelle et juste d'écrire l'histoire des sciences, c'est de s'appuyer exclusivement sur des publications ayant date certaine; hors de là tout est confusion et obscurité.“ — Die so sonderbar verspätete Erscheinung des Fränkischen Kalenders oder der Prædica (1612) und des astronomisch wichtigen Mundus Jovialis anno 1609 detectus ope perspicilli Belgici (Febr. 1614) konnte allerdings zu dem Verdachte Anlaß geben, Marius habe aus dem Nuncius sidereus des Galilei, dessen Zueignung vom März 1610 ist, oder gar aus früheren brieflichen Mittheilungen geschöpft. Auch nennt ihr Galilei, gereizt durch den noch nicht vergessenen Proceß über den Proportional-Zirkel gegen Balthasar Capra, einen Schüler des Marius, usurpatore del Sistema di Giove; ja Galilei wirft sogar dem Feuersch- protestantischen Astronomen aus Gunzenhausen vor, daß seine frühere Beobachtung aus einer Kalender-Verwechselung beruhe. „Tace il Mario di far canto il lettore, come essendo egli separato della Chiesa nostra, ne avendo accettato l'commendatione gregoriana, il giorno 7 di gennaio del 1610 di noi cattolici (der Tag, an welchem Galilei die Satelliten entdeckte), è l'istesso, che il dì 28 di dicembre del 1609 di loro eretici, e questa è tutta la precedenza delle sue finte osservazioni.“ (Venturi, Memorie e Lettere di Galileo Galilei 1818 P. I. p. 279 und Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 696.) Nach einem Briefe, den Galilei 1614 an die Accademia dei Lincei richtete, wollte derselbe seine Klage gegen Marius etwas unphilosophisch an den Marchese di Brandeburgo richten. Im ganzen blieb indeß Galilei wohlwollend gesinnt für die deutschen Astronomen. „Gli ingegni singolari, che in gran numero fioriscono nell' Alemagna, mi hanno lungo tempo tenuto in desiderio di vederli,“ schreibt er im März 1611 (Opere

T. II. p. 44.) Auffallend ist es mir immer gewesen, daß, wenn Kepler in einem Gespräche mit Marius scherzhaft als Lauszeuge jener mythologischen Benennungen, Io und Callisto, aufgeführt wird, derselbe weder in seinem in Prag (April 1610) erschienenen Commentar zum Nuncius Sidereus nuper ad mortales a Galileo missus, noch in seinen Briefen an Galilei oder an den Kaiser Rudolph (Herbst 1610) seines Landmannes Marius Erwähnung thut, sondern überall von „der glorreichen Entdeckung der mediceischen Gestirne durch Galilei“ spricht. Indem er seine eigenen Satelliten-Beobachtungen vom 4-9. Sept. 1610 veröffentlicht, giebt er einer kleinen zu Frankfurt 1611 erschienenen Schrift den Titel: Kepleri Narratio de observatis a se quatuor Jovis satellitibus erroribus, quos Galilaenus Mathematicus Florentinus jure inventionis Mediceos Sidera nuncupavit. Ein Brief aus Prag (25. Oct. 1610), an Galilei gerichtet, endigt mit den Worten: „neminem habes, quem metuas æmulum.“ (Vergl. Venturi P. I. p. 100, 117, 139, 144 und 149. Durch einen Irrthum verleiht und nach einer sehr unvorsichtigen Durchsicht aller zu dem Vorwort, dem Landbisse von Lord Egremont, ausgedruckten kostbaren Handschriften, daß Baron von Zach behauptet, daß der ausgezeichnete Astronom und virginische Reisende Thomas Harriot gleichzeitig mit Galilei und vielleicht selbst früher die Jupiterstrabanten entdeckt habe. Eine sorgfältigere von Rigaud angestellte Untersuchung von Harriot's Manuscriben hat gelehrt, daß seine Beobachtungen nicht am 16. Januar, sondern erst am 17. October 1610 anfangen, 9 Monate nach Galilei und Marius. (Vergl. Zach, Corr. astron. Vol. VII. p. 105; Rigaud, Account of Harriot's astron. papers Oxf. 1833 p. 37; Brewster, Martyrs of Science 1846 p. 32.) Die frühesten Originalbeobachtungen der Jupiterstrabanten, die Galilei und sein Schüler Renieri angestellt, sind erst vor zwei Jahren aufgefunden worden.

„achtzig Jahre*) sind verflossen, in denen des Copernicus Lehre von der Bewegung der Erde und von der Ruhe der Sonne ungehindert gelesen wurde, weil man für erlaubt hielt über natürliche Dinge zu disputiren und die Werke Gottes zu beleuchten; und jetzt, da neue Documente zum Beweis der Lehre aufgefunden sind, Documente, welche den (geistlichen) Richtern unbekannt waren, wird die Verbreitung des wahren Systems vom Weltbau bei Euch verpönt!“ Diese Verpönung, Folge des alten Kampfes der Naturwissenschaft mit der Kirche, hatte schon früh Kepler selbst in dem protestantischen Deutschland erfahren †).

Für die Geschichte der Astronomie, ja für die Schicksale ihrer Begründung ‡) bezeichnet die Entdeckung der Jupiterstrabanten eine ewig denkwürdige Epoche. Die Verfinsterungen der Trabanten, ihr Eintritt in den Schatten Jupiters haben auf die Geschwindigkeit des Lichts (1675) und durch die Kenntniß dieser Geschwindigkeit zur Erklärung der Aberrations-Ellipse der Fixsterne (1727) geleitet, in der sich gleichsam am Himmelsgewölbe die große Bahn der Erde in ihrem jährlichen Laufe um die Sonne abspiegelt. Man hat diese Entdeckungen Römer's und Bradley's mit Recht „den Schlüsselstein des copernicanischen Systems,“ den sinnlichen Beweis von der translatorischen Bewegung der Erde genannt.

Auch die Wichtigkeit, welche die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten für die geographischen Längenbestimmungen auf dem festen Lande darboten, wurde von Galilei früh (Sept. 1612) erkannt. Er schlug diese Längenmethode erst dem spanischen Hofe (1616), später den Generalstaaten von Holland, und zwar für das Seewesen, vor ||): wenig bekannt, wie es scheint, mit den unüberwindlichen Schwierigkeiten, welche die praktische Anwendung der Methode auf dem vielbewegten Elemente findet. Er wollte mit hundert von ihm anzufertigenden Fernröhren selbst nach Spanien gehen oder seinen Sohn Vicenzio dahin schicken. Er verlangt als Belohnung „una Croce di S. Jago“ und ein Jahrgehalt von 4000 Scudi; eine geringe Summe, sagt er, da man ihm anfangs im Hause des Cardinals Borghia zu 6000 Ducaten Renten Hoffnung gemacht.

Auf die Entdeckung der Nebenplaneten des Jupiter folgte bald die Beobachtung der sogenannten Dreigestaltung des Saturn, planeta tergeminus. Schon im November 1610 meldete Galilei an Kepler, daß „der Saturn aus drei Sternen bestehe, die sich gegenseitig berühren.“ In dieser Beobachtung lag der Keim zur Entdeckung des Saturnringes. Herschel beschrieb (1656) das Veränderliche dieser Gestaltung, die ungleiche Oeffnung der Ansen (Haken) und ihr zuweilen eintreffendes gänzlichcs Verschwinden. Das Verdienst alle Erscheinungen des einzigen Saturnringes wissenschaftlich erklärt zu haben gehört aber (1655) dem scharfsinnigen Huygens, der nach der mißtrauischen Sitte der Zeit seine Entdeckung, wie Galilei, in ein Anagramm und zwar von 88 Buchstaben einhüllte. Erst Do-

*) Es sollte heißen 73 Jahre, denn das Verbot des copernicanischen Systems durch die Congregation des Index war vom 5. März 1616.

†) Frhr. von Breitshwert, Kepler's Leben S. 36.

‡) Sir John Herschel, Astron. § 465.

||) Galilei, Opere T. II. (Longitudine per via de' Pianeti Medicei) p. 435–506; Nelli, Vita Vol. II. p. 656–688; Venturi, Memorie e Lettere di G. Galilei P. I. p. 177. Schon 1612, also kaum zwei Jahre nach der Entdeckung der Jupiterstrabanten, rühmte sich Galilei, wohl etwas voreilig, die Tafeln dieser Nebenplaneten „mit der Sticheit einer Zeiminute“ vollendet zu haben. Eine lange diplomatische Correspondenz begann, ohne zum Ziel zu führen, mit dem spanischen Gesandten 1616, mit dem holländischen 1636. Die Fernröbre sollten 40- bis 50malige Vergrößerung haben. Um die Satelliten auf dem schwärmenden Schiffe leichter zu finden und besser (wie er wählte) im Helde zu behalten, ersand er 1617 (Nelli Vol. II. p. 663) das

Binocular-Telescop, das gewöhnlich dem in optischen Dingen sehr erfahrenen und nach Fernröhren von 4000maliger Vergrößerung strebenden Capuziner Schorleus de Abbeia zugeschrieben wird. Galilei machte Versuche mit seinem binocolo (auch von ihm ocolato oder testiera genannt) im Hafen von Livorno bei heftigem, das Schiff stark bewegendem Winde. Auch ließ er im Arsenal zu Pisa an einer Vorrichtung arbeiten, in welcher der Beobachter der Trabanten dadurch „vor allen Störungen geschützt werden sollte, daß er in einer Art Kahn saße, der in einem anderen, mit Wasser oder Del gefüllten Rahne frei schwämme. (Lettera al Picchena de 22' Marzo 1617, Nelli, Vita Vol. I. p. 281; Galilei, Opere T. II. p. 473, Lettera a Lorenzo Reallo del 6 Giugno 1637.) Sehr merkwürdig ist der Beweis der Vorträge, welche Galilei (Opere T. II. p. 454) seiner Methode im Seebienste vor der Methode der Mondabstände von Morin zuschreibt.

minicus Cassini sah den schwarzen Streifen am Ringe und erkannte (1684), daß er sich (wenigstens) in zwei concentrische Ringe theile. Ich fasse zusammen, was Ein Jahrhundert über die wunderbarste, ungeahndetste aller Gestaltungen in den himmlischen Räumen gelehrt hat, über eine Gestaltung, die auf scharfsinnige Vermuthungen über die ursprüngliche Bildung von Neben- und Hauptplaneten hat leiten können.

Die Sonnenflecken sind zuerst durch Fernröhre von Johann Fabricius, dem Ostfriesen, und von Galilei (man behauptet, zu Padua oder Venedig) beobachtet worden; in der Veröffentlichung der Entdeckung ist unbestreitbar Fabricius (Junius 1611) dem Galilei (erster Brief an den Bürgermeister Marcus Welser vom 4. Mai 1612) um ein Jahr zuvorgekommen. Die ersten Beobachtungen des Fabricius sind nach Arago's sorgfältiger Untersuchung*) vom März 1611, nach Sir David Brewster sogar von dem Ende des Jahres 1610, wenn Christoph Scheiner die seinigen selbst nur bis April 1611 zurückführt und wahrscheinlich sich erst im October desselben Jahres ernsthaft mit den Sonnenflecken beschäftigte. Ueber Galilei besitzen wir nur sehr dunkle und von einander abweichende Angaben. Wahrscheinlich erkannte er die Sonnenflecken im April 1611; denn er zeigte sie öffentlich zu Rom im Garten des Cardinals Bandini am Quirinal im April und Mai desselben Jahres. Harriot, welchem Baron Zach die Entdeckung der Sonnenflecken (am 16. Januar 1610!) zuschreibt, sah allerdings schon drei derselben den 8. Dec. 1610 und bildete ihre Lage in einem Register der Beobachtungen ab; er wußte aber nicht, daß er Sonnenflecken gesehen, so wenig als Flamsteed am 23. Dec. 1690 oder Tobias Mayer am 25. Sept. 1756 den Uranus als Planeten erkannten, als er durch ihr Fernrohr ging. Harriot erkennt die Sonnenflecken erst den 1. Dec. 1611, also 5 Monate nachdem Fabricius die Entdeckung veröffentlicht hatte. Galilei bemerkt schon, daß die Sonnenflecken, „von denen viele größer als das mittelländische Meer, ja als Afrika und Asien sind,“ eine bestimmte Zone auf der Sonnenscheibe einnehmen. Er sieht bisweilen denselben Flecken wiederkehren; er ist überzeugt, daß sie zu dem Sonnenkörper selbst gehören. Die Unterschiedende der Dimensionen im Centrum der Sonne und bei dem Verschwinden am Rande fesseln besonders seine Aufmerksamkeit; doch finde ich in dem merkwürdigen zweiten Briefe an Marcus Welser (vom 14. Aug. 1612) nichts, das sich auf eine beobachtende Ungleichheit des afschwarbenen Randes zu beiden Seiten des schwarzen Kernes am Sonnenrande (Alexander Wilson's schöne Bemerkung von 1773!) deuten ließe. Von dem Canonicus Tarde (1620) und von Malapertus (1633) wurden alle Verdunkelungen der Sonne kleinen um dieselbe circuitirenden lichttraubenden Weltkörpern zugeschrieben, den bourbonischen und österreichischen †) Gestirnen (Borbonia und Austriaca Sidera). Fabricius erkannte, wie Galilei, daß die Flecken dem Sonnenkörper ‡) selbst angehören; auch er sah früher gesehene verschwinden und dann wiederkehren; solche Erscheinungen lehrten ihn die Rotation der Sonne, die Kepler schon vor Entdeckung der Sonnenflecken geahndet hat. Die genauesten Bestimmungen (1630) der Rotationsdauer sind aber von dem fleißigen Scheiner. Wenn in der neuesten Zeit das stärkste Licht, welches die Menschen bisher hervorgebracht, das Drummond'sche Erglügen des Kaltes, auf die Sonnenscheibe projicirt, tintenartig schwarz erschienen ist; so darf es nicht Wunder nehmen, daß Galilei, der zweifelsohne die großen Sonnenfaceln zuerst beschrieben hat, das Licht des Kernes der Son-

*) Arago im Annuaire für 1842 p. 460–476 (Découvertes des taches Solaires et de la rotation du Soleil). Brewster (Martyrs of Science p. 36 und 39) setzt die erste Beobachtung Galilei's in den Oct. oder Nov. 1610. Vergl. Nelli Vita Vol. I. p. 324–384; Galilei, Opere T. I. p. LIX, T. II. p. 85–200, T. IV. p. 53. Ueber Harriot's Beobachtungen s. Nigaud p. 32 und 38. Dem Jesuiten Scheiner, der von Graz nach Rom berufen wurde, kat man Schuld gegeben, daß er, um sich wegen des literarischen Streits über die Entdeckung der Sonnenflecken an Galilei zu rä-

hen, dem Papst Urban VIII. durch einen anderen Jesuiten, Grassi, habe einflüßern lassen, er, der Papst, sei in den berühmten Dialoghi dello Scienzo Nuove in der Person des albern unwissenden Simplicio aufgeführt. (Nelli, Vol. II. p. 515.)

†) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne T. I. p. 690.

‡) In Galilei's Briefe an den Principe Cesi (25. Mai 1612) ist dieselbe Meinung ausgedrückt; Venturi P. I. p. 172.

nenflecken für intensiver hielt als das des Vollmondes oder der Luft nahe um die Sonnenscheibe*). Phantasien über die mehrfachen Luft-, Wolken- und Lichthüllen, welche den (schwarzen) erdhaften Kern der Sonne umgeben, finden sich schon in den Schriften des Cardinals Nicolaus Cusa aus der Mitte des 15ten Jahrhunderts†).

Um den Cyclus der bewundernswürdigen Entdeckungen zu schließen, welcher kaum zwei Jahre umfaßt und in welchem des großen, unsterblichen Florentiners Name vorleuchtet, muß ich noch der Lichtgestalten der Venus erwähnen. Schon im Februar 1610 sah Galilei den Planeten sichelförmig, und verbarg (11. Dec. 1610), nach einer Sitte, deren wir bereits oben erwähnt, die wichtige Entdeckung in ein Anagramm, dessen Kepler in der Vorrede zu seiner Dioptrik gedenkt. Auch von der wechselnden Lichtgestalt des Mars glaubt er etwas trotz der schwachen Vergrößerung seiner Fernröhre zu erkennen, wie er in einem Briefe an Benedetto Castelli (30. Dec. 1610) sagt. Die Entdeckung der mondartigen Sichelgestalt der Venus war der Triumph des copernicanischen Systems. Dem Urheber dieses Systems konnte gewiß die Nothwendigkeit der Existenz der Phasen nicht entgehen; er discutirt umständlich in dem 10ten Capitel des ersten Buches die Zweifel, welche in Hinsicht der Lichtgestalten die neueren Anhänger platonischer Meinungen gegen den ptolemäischen Weltbau erheben. Bei der Entwicklung seines eigenen Systems spricht er sich aber nicht besonders über Phasen der Venus aus, wie Thomas Smith es in seiner Optik behauptet.

Die Erweiterung des kosmischen Wissens, deren Schilderung leider! nicht ganz von dem unheimlichen Hader über Prioritätsrecht der Entdeckungen zu trennen ist, fanden, wie alles, was die physische Astronomie berührt, einen um so allgemeineren Anklang, als die Erfindung der Fernröhre (1608) in eine Zeit fiel, in welcher, 36, 8 und 4 Jahre zuvor, große Himmelsbegebenheiten (das plötzliche Erscheinen und Verlöschen dreier neuer Sterne, in der Cassiopea 1572, im Schwan 1600 und am Fuß des Ophiuchus 1604) das Zusammenlaufen von erstaunten Volksmassen erregt hatten. Alle diese Sterne waren heller als Sterne erster Größe, und der von Kepler beobachtete im Schwan blieb 21 Jahre leuchtend am Himmelsgewölbe, die ganze Periode der Galileischen Entdeckungen hindurch. Drei und ein halbes Jahrhundert sind nun fast verflossen, und kein neuer Stern erster oder zweiter Größe ist seitdem erschienen; denn die merkwürdige Himmelsbegebenheit, deren Zeuge Sir John Herschel (1837) in der südlichen Halbkugel‡) war, ist die übergroße Zunahme der Licht-Intensität eines längst gesehenen Sternes zweiter Größe (γ Argo), den man bisher nicht als veränderlich gekannt. Wie mächtig das Erscheinen neuer Sterne zwischen 1572 und 1604 die Neugierde gefesselt, den Antheil an astronomischen Entdeckungen vermehrt, ja zu phantasiereichen Combinationen angeregt hat: lehren Kepler's Schriften, lehrt alles, was wir erfahren, wenn dem bloßen Auge sichtbare Cometen auftreten. Auch irdische Naturbegebenheiten, wie Erdbeben in Gegenden, wo dieselben sehr selten gespürt worden sind, Ausbrüche lang ruhender Vulkane, das Geräusch der Verröthhen, die unsere Atmosphäre durchstreichen und sich in derselben erhitzen: beleben auf eine gewisse Zeit von neuem das Interesse für Probleme, die dem Volke noch ungelöst als den dogmatisirenden Physikern erscheinen.

Wenn ich in diesen Betrachtungen über den Einfluß der unmittelbaren Sinnesanschauung Kepler vorzugsweise genannt habe, so war es, um daran zu erinnern, wie sich in diesem großen, herrlich begabten und wunderbaren Manne jener Hang zu phantasiereichen Combinationen mit einem ausgezeichneten Beobachtungstalent und einer ernstern, strengen Inductionsmethode, mit einer muthigen, fast beispiellosen Beharrlichkeit im Rechnen, mit

*) S. geistreiche Betrachtungen Arago's über diesen Gegenstand im *Annuaire pour l'an 1842* p. 481-488. Der Veruche mit dem Drummondschen auf die Sonnenscheibe projectirten Lichte erwähnt Sir John Herschel in der *Astron.* § 334.

†) Giordano Bruno und Nic. von Cusa verglichen von J. Clemenß 1847 S. 101. — Ueber die Lichtgestalten der Venus s. Galilei, *Opere* T. II. p. 53 und Ricci, *Vita* Vol. I. p. 213-215.

‡) Vergl. Rosmos Buch I. S. 77 und Anm. *).

einem mathematischen Tiefsinne vereinigt fand, der, in der Stereometria doliorum offenbart, auf Fermat und durch diesen auf die Erfindung der Rechnung des Unendlichen einen glücklichen Einfluß ausgeübt hat *). Ein solcher Geist †) war recht vorzugsweise vor allen dazu geeignet, durch den Reichthum und die Beweglichkeit seiner Ideen, ja durch die Wagnisse cosmologischer Abhandlungen Leben um sich her zu verbreiten, die Bewegung zu vermehren, welche das siebzehnte Jahrhundert unaufhaltsam seinem erhabenen Ziele erweiterter Weltanschauung zuführte.

Die vielen dem Auge sichtbaren Cometen von 1577 an bis zu der Erscheinung des Halley'schen Cometen 1607 (acht an der Zahl) und das bereits oben erwähnte Erscheinen von drei neuen Sternen fast in derselben Periode regten zu Speculationen über die Entstehung dieser Weltkörper aus einem die Himmelsräume füllenden kosmischen Nebel und Weltstoffe an. Kepler glaubte, wie Tycho, daß die neuen Sterne sich aus diesem Weltstoffe zusammengeballt und daß sie sich in ihn wieder auflösen ‡). Auch die Cometen, denen er, vor der thatsächlichen Begründung der elliptischen Bahn der Planeten, eine gerade Linie, nicht in sich wiederkehrende und geschlossene Bahn zuschrieb, ließ er (1608) in seinem neuen und seltsamen Discurse über die Haarsterne „aus himmlischer Luft“ entstehen. Er setzte sogar nach uralten Phantasien über die mütterlose Erzeugung hinzu: daß Cometen entstehen, „wie aus jeder Erde ein Kraut auch ohne Saamen wachse und wie aus dem Salzwasser Fische durch generatio spontanea erzeugt werden.“

Glücklicher in anderen kosmischen Abhandlungen, wagte Kepler folgende Sätze aufzustellen: alle Fixsterne sind Sonnen wie die unsrige, von Planetensystemen umgeben; unsere Sonne ist in eine Atmosphäre gehüllt, die sich als eine weiße Lichtkrone in den totalen Sonnenfinsternissen offenbart; unsere Sonne liegt in der großen Welteninsel so, daß sie das Centrum des zusammengebrängten Sternennetzes der Milchstraße ||) bildet; sie selbst, deren Flecken damals noch nicht entdeckt waren, alle Planeten und alle Fixsterne haben eine Rotation um ihre Achsen; um Saturn (und um Mars) wird man Trabanten, wie die von Galilei um den Jupiter aufgefundenen, entdecken; in dem viel zu großen Abstand ¶) zwischen Mars und Jupiter, wo wir jetzt 7 Asteroiden kennen, (wie zwischen Venus und Merkur) bewegen sich, ihrer Kleinheit wegen dem bloßen Auge unsichtbare Planeten. Abhandlungsvolle Ausprüche dieser Art, ein glückliches Errathen von dem, was größtentheils später aufgefunden wurde, erregten ein allgemeines Interesse: während daß keiner von Kepler's Zeitgenossen, Galilei selbst nicht ausgenommen, der Entdeckung der drei Geseze mit gerechtem Ruhme erwähnt, welche seit Newton und der Erscheinung der Gravitations-

*) Laplace sagt von Kepler's Theorie der Ausmessung der Fässer (Stereometria doliorum 1615), „welche wie die Sandrechnung des Archimedes über einen geringen Gegenstand erhabene Ideen entwickelt“: Kepler présente dans cet ouvrage des vues sur l'infini, qui ont influé sur la révolution que la Géométrie a éprouvée à la fin du 17me siècle; et Fermat, que l'on doit regarder comme le véritable inventeur du calcul différentiel, a fondé sur elles sa belle méthode de maximis et minimis. (Précis de l'hist. de l'Astronomie 1821 p. 35.) Ueber den geometrischen Scharfsinn, welchen Kepler in den fünf Büchern seiner Weltharmonie offenbart, s. Chasles, Aperçu hist. des Méthodes en Géométrie 1837 p. 482-487.

†) Sir David Brewster sagt sehr schön in dem Account of Kepler's Method of investigating Truth: „The influence of imagination as an instrument of research has been much overlooked by those who have ventured to give laws to philosophy. This faculty is of greatest value in physical inquiries. If we use it as a guide and confide in its indications, it will infallibly deceive us; but if we employ it as an auxiliary, it will afford us the most invaluable aid.“ (Martyrs of Science p. 215.)

‡) Arago im Annuaire 1842 p. 434 (De la trans-

formation des Nébuleuses et de la matière diffuse en étoiles). Vergl. Kosmos Buch I. S. 71 u. 76.

||) Vergl. die Ideen von Sir John Herschel über die Lage unseres Planetensystems im Kosmos Buch I. S. 75 Anm. †) u. ||); auch Struve, Etudes d'Astrie stellare 1847 p. 4.

¶) Apelt sagt (Epochen der Geschichte der Menschheit Bb. I. 1845 S. 223): „Das merkwürdige Gesetz der Abstände, das gewöhnlich den Namen von Bode (oder von Titius) führt, ist die Entdeckung Kepler's, der es zuerst durch vierjährigen anhaltenden Fleiß aus den Beobachtungen des Tycho de Brahe herausrechnete.“ S. Harmonies Mundi libri quinque cap. 3. Vergl. auch Cournot in seinen Fußsätzen zu Sir John Herschel, Traité d'Astronomie 1834 § 434 p. 324 und Friedl, Vorlesungen über die Sternkunde 1813 S. 325 (Gesetz der Abstände in den Nebenplaneten). Die Stellen des Plato, des Plinius, des Eusebius und des Achilles Tattius in den Prolegomenen zum Aratus sind sorgfältig gesammelt in Friedl, Geschichte der Philosophie Bb. I. 1837 S. 146-150; in Martin, Etudes sur le Timée T. II. p. 38; in Brandis, Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. 1. 1844 S. 364.

Theorie Kepler's Namen auf ewig verherrlichen *). Kosmische Betrachtungen, selbst die, welche nicht auf Beobachtungen, sondern auf schwache Analogien gegründet sind, fesselten damals, wie oft noch jetzt, die Aufmerksamkeit mehr als die wichtigsten Ergebnisse der rechnenden Astronomie.

Nachdem ich die wichtigen Entdeckungen geschildert, die in einem so kleinen Cyclus von Jahren die Kenntniß der Welträume erweitert haben, muß ich noch der Fortschritte in der physischen Astronomie gedenken, durch welche sich die zweite Hälfte des großen Jahrhunderts auszeichnet. Die Vervollkommenung der Fernröhre veranlaßte die Auffindung der Saturnstrabanten. Huygens entdeckte zuerst (25. März 1655) den sechsten durch ein von ihm selbst geschliffenes Objectiv, 45 Jahre nach der Entdeckung der Jupiterstrabanten. Nach dem Vorurtheil, welches er mit mehreren Astronomen seiner Zeit theilte, daß die Zahl der Nebenplaneten die der Hauptplaneten nicht übertreffen könne †), bemühte er sich nicht, andere Saturnsmonde zu entdecken. Vier derselben, Sidera Lodovicea, d. i. den 7ten äußersten, mit großer Lichtabwechselung (1671), den 5ten (1672), den 4ten und 3ten, durch Campani'sche Objective von 100—136 Fuß Focallänge (1684), fand Dominicus Cassini; die zwei innersten, den 1sten und 2ten, mehr als ein Jahrhundert später (1788 und 1789) durch sein Riesentelescop Wilhelm Herschel. Der letztgenannte Saturnmond bietet die merkwürdige Erscheinung eines Umlaufs um den Hauptplaneten von weniger als einem Tage dar.

Bald nach Huygens Entdeckung eines Saturnstrabanten beobachtete Childrey (1658—1661) das Thierkreislicht, dessen räumliche Verhältnisse aber erst Dominicus Cassini (1683) bestimmt hat. Der letztere hielt dasselbe nicht für einen Theil der Sonnen-Atmosphäre, sondern wie Schubert, Laplace und Poisson für einen abgeseondert kreisenden Nebelring ‡). Nächst der erwiesenen Existenz von Nebenplaneten und von dem freien und dazu concentrisch getheilten Saturnsringe gehört unstreitig die muthmaßliche, wahrscheinliche Existenz des dunstartigen Thierkreisringes zu den großartigsten Erweiterungen der Ansicht des früher so einfach scheinenden Planetensystems. In unseren Tagen haben die in einander geschlungenen Bahnen der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, die inneren Cometen, deren ersten Ende als solchen erwiesen, und die an bestimmte Tage geknüpften Sternschnuppenschwärme (wenn man sie anders als kleine mit planetarischer Geschwindigkeit sich bewegende kosmische Massen betrachten darf) jene Weltansichten wie mit neuen Objecten der Betrachtung in wunderbarer Mannigfaltigkeit bereichert.

Auch die Ideen über den Inhalt der Welträume jenseits des äußersten Planetenkreises und jenseits aller Cometenbahnen, über die Vertheilung der Materie (des Geschaffenen, wie man das Seiende und Werden zu nennen pflegt) wurden in dem Zeitalter von Kepler und Galilei großartig erweitert. In derselben Periode, in welcher (1572—1604) drei neue Sterne erster Größe in der Cassiopea, im Schwan und im Schlangenträger auflobernten, bemerkten David Fabricius, Pfarrer zu Dstall in Ostfriesland (Vater des Entdeckers der Sonnenflecken), (1596) und Johann Bayer zu Augsburg (1603) am Halse des Wallfisches einen wieder verschwindenden Stern, dessen veränderlichen Lichtwechsel aber, wie Arago in einer für die Geschichte astronomischer Entdeckungen wichtigen Abhandlung ||) gezeigt hat, erst Johann Phocylides Holwarda, Pro-

*) De la mbre, Hist. de l'Astronomie moderne T. I. p. 360.

†) Arago im Annuaire für 1842 p. 560—564 (Kosmos Buch I. S. 46).

‡) Veral. Kosmos Buch I. S. 67, 71, 70 Anm. †).

||) Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 312—353 (Etoiles changeantes ou périodiques). Noch im 17ten Jahrhundert wurden als veränderlich erkannt, außer Mira Ceti (Holwarda 1638), a

Hydrae (Montanari 1672), β Persei oder Algol, und γ Cygni (Kirch 1686). — Ueber das, was Galilei Nebelflecke nennt, s. dessen Opere T. II. p. 15 undcelli, Vita Vol. II. p. 208. Huygens bezeichnet im Systema Saturninum den Nebel im Schwert des Orion auf das deutlichste, indem er im allgemeinen von dem Nebelflecken sagt: „cui certe simile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam coeterae nebulosae olim existimatae atque ipsa via lac-

fessor in Jancfer, (1638 und 1639) erkannt hat. Das Phänomen zeigte sich nicht isolirt. Noch in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts wurden periodisch veränderliche Sterne im Medusenhaupt, in der Wasserschlange und im Schwane entdeckt. Wie genaue Beobachtungen des Lichtwechsels des Algol unmittelbar zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichts dieses Sterns führen können, ist in der eben angeführten Abhandlung von 1842 mit vielem Scharfsinn gezeigt worden.

Der Gebrauch des Fernrohrs reizte nun auch zu der ernstern Beobachtung einer Classe von Erscheinungen, von denen einige wenige auch dem unbewaffneten Auge nicht entgehen konnten. Simon Marius beschrieb (1612) den Nebelfleck der Andromeda, Huygens entwarf (1656) das Bild von dem am Schwert des Orion. Beide Nebel konnten als Typen dienen von einer verschiedenartig, mehr oder weniger fortgeschrittenen, Verdichtung der dunstförmigen kosmischen Materie. Indem Marius den Nebelfleck der Andromeda mit „einem Kerzenlichte“ vergleicht, „das man durch einen halb durchsichtigen Körper betrachtet,“ bezeichnet er durch Vergleichung sehr passend den Unterschied zwischen den Nebelflecken überhaupt und den von Galilei untersuchten Sternhaufen und Sternschwärmen, den Plejaden und der Krippe im Krebs. Schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts hatten spanische und portugiesische Seefahrer, ohne den Vortheil des telescopischen Sehens, die beiden Magellanischen um den Südpol kreisenden Lichtwolken bewundert, deren eine, wie schon oben bemerkt, der weiße Fleck oder Dase des persischen Astronomen Abdurrahman Suſi (aus der Mitte des zehnten Jahrhunderts) ist. Galilei gebraucht im Nuncius Sidereus die Benennungen *Stellae nebulosae* und *Nebulosae* eigentlich für Sternschwärme, die (wie er sich ausdrückt) als *areolae sparsim per aethera subfulgent*. Da er den, dem bloßen Auge sichtbaren, aber für die stärksten Vergrößerungen bisher sternlosen Nebelfleck der Andromeda keiner besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt hat, so hält er allen Schein des Nebels, alle seine *Nebulosae*, wie die Milchstraße selbst, für Lichtmassen sehr zusammengedrängter Sterne. Er unterscheidet nicht Nebel und Stern, wie Huygens im Nebelfleck des Orion thut. Das sind die schwachen Anfänge der großen Arbeiten über die Nebelflecke, welche die ersten Astronomen unserer Zeit in beiden Hemisphären rühmlichst beschäftigt haben.

Wenn auch das siebzehnte Jahrhundert in seinem Anfang der plötzlichen Erweiterung der Kenntniß der Himmelsräume durch Galilei und Kepler, an seinem Ende den Fortschritten des reinen mathematischen Wissens durch Newton und Leibniz seinen Hauptglanz verdankt, so hat doch zugleich auch der größte Theil der physikalischen Probe, welche uns gegenwärtig beschäftigen, in jenem Jahrhundert eine wohlthätige und befruchtende Pflege erfahren. Um der Geschichte der Weltanschauung nichts von ihrem eigenthümlichen Charakter zu rauben, beschränke ich mich, nur die Arbeiten zu erwähnen, welche unmittelbar einen wesentlichen Einfluß auf allgemeine, d. h. kosmische Naturansichten ausgeübt haben. Für die Proceße des Lichts, der Wärme und des Magnetismus nennen wir zuerst Huygens, Galilei und Gilbert. Als Huygens mit der doppelten Brechung des Lichts im isländischen Krystall, d. h. mit dererspaltung in zwei Lichtstrahlen, beschäftigt war, entdeckte er (1678) auch die Art der Polarisation des Lichtes, welche seinen Namen führt. Der Entdeckung dieser vereinzeltten Erscheinung, welche erst 1690, also fünf Jahre vor seinem Tode, veröffentlicht wurde, sind die großen Entdeckungen von Malus, Arago und Fresnel, von Brewster*) und Biot erst nach mehr als einem Jahrhunderte gefolgt! Malus fand (1808) die Polarisation durch Zurückwerfung

tea perspicillis inspectae nullas nebulas habere comperiuntur, neque aliud esse quam plurimum stellarum congeries et frequentia.“ Es geht aus dieser Stelle hervor, daß der von Marius zuerst beschriebene Nebel in der Andromeda von Huygens (wie früher von Galilei) nicht aufmerksam betrachtet worden war.

*) Neber das von Brewster aufgefunden wichtige Gesetz des Zusammenhanges zwischen dem Winkel der vollständigen Polarisation und dem Brechungsvermögen der Körper s. *Philosophical Transactions of the Royal Society for the year 1815* p. 125–159.

von spiegelnden Flächen, Arago (1811) die farbige Polarisation. Eine Wunderwelt mannigfach modificirter, mit neuen Eigenschaften begabter Lichtwellen ward nun eröffnet. Ein Lichtstrahl, der viele Millionen Meilen weit aus den fernsten Himmelsräumen zu unserm Auge gelangt, verkündigt in Arago's Polariscope gleichsam von selbst, ob er reflectirt oder gebrochen sei; ob er von einem festen, oder tropfbar flüssigen, oder gasförmigen Körper emanirt *); er verkündigt sogar den Grad seiner Intensität. Auf diesem Wege, der uns zu dem siebzehnten Jahrhundert durch Huygens zurückführt, werden wir über die Constitution des Sonnenkörpers und seiner Hüllen, über das reflectirte oder eigene Licht der Cometen Schweife und des Thierkreislichtes, über die optischen Eigenschaften unserer Atmosphäre und die Lage von vier neutralen Punkten der Polarisation †) unterrichtet, welche Arago, Babinet und Brewster entdeckt haben. So schafft sich der Mensch Organe, die, mit Scharfsinn angewandt, neue Weltansichten eröffnen.

Neben der Polarisation des Lichtes ist noch der auffallendsten aller optischen Erscheinungen, der Interferenz, zu erwähnen, von welcher ebenfalls im 17ten Jahrhundert schon schwache Spuren ohne Verständniß der urfächlichen Bedingungen ‡) von Grimaldi (1665) und Hooke beobachtet worden waren. Die Auffindung dieser Bedingungen, die klare Erkenntniß der Gesetze, nach denen (unpolarisirte) Lichtstrahlen sich zerstören und Finsterniß hervorbringen, wenn sie aus einer und derselben Quelle mit verschiedener Länge des Weges kommen, verdankt die neuere Zeit dem glücklichen Scharfblicke von Thomas Young. Die Gesetze der Interferenz des polarisirten Lichtes haben Arago und Fresnel (1816) entdeckt. Die von Huygens und Hooke angeregte, von Leonhard Euler vertheidigte Undulations-Theorie fand endlich festen und sicheren Grund.

War die letzte Hälfte des 17ten Jahrhunderts durch die erlangte Einsicht in die Natur der doppelten Strahlenbrechung für die Erweiterung des optischen Wissens wichtig geworden, so hat sie einen weit höheren Glanz noch durch Newton's Experimental-Arbeiten und durch Dlaus Römer's Entdeckung (1675) der meßbaren Geschwindigkeit des Lichts gewonnen. Ein halbes Jahrhundert später (1728) hat diese Entdeckung Bradley in den Stand gesetzt, die von ihm aufgefundenen Veränderung des scheinbaren Orts der Sterne als eine Folge der Bewegung der Erde in ihrer Bahn verbunden mit der Fortpflanzung des Lichts zu betrachten. Newton's herrliches Werk, seine Optik, erschien (1704) aus persönlichen Gründen erst zwei Jahre nach Hooke's Tode, in englischer Sprache; es wird aber versichert, daß der große Mann schon vor den Jahren 1666 und 1667 im Besitze ||) des hauptsächlichsten seiner optischen Anschauungen, seiner Gravitations-Theorie und der Differential-Rechnung (method of fluxions) gewesen sei.

Um das gemeinsame Band nicht aufzulösen, welches die allgemeinen primitiven Erscheinungen der Materie umschlingt, lassen wir hier auf die aphoristische Erwähnung

*) S. Rosmos Buch I. S. 22 u. Anm.

†) Sir David Brewster in Berghauss und Johnson, Physical Atlas 1847 Part VII. p. 5 (Polarization of the Atmosphere).

‡) Ueber Grimaldi und über Hooke's Versuch, das Polarisiren der Seifenblasen durch Interferenz der Lichtstrahlen zu erklären s. Arago im Annuaire pour 1831 p. 164 (Brewster, Life of Newton p. 53).

||) Brewster, The Life of Sir Isaac Newton p. 17. Für die Erfindung des method of fluxions, nach der officiellen Erklärung des Comités der königlichen Societät zu London vom 24. April 1712 „one and the same with the differential method, excepting the name and mode of notation,“ wird das Jahr 1665 angenommen. Ueber den ganzen unheimlichen Prioritätsstreit mit Leibnitz, welchem (wunderbar genug) sogar Anschuldigungen gegen Newton's Rechtgläubigkeit eingemischt waren, s. Brewster p. 189–218. — Daß in dem weißen Lichte alle Farben enthalten sind, be-

haupteten schon de la Chambre in seinem Werke: La Lumiere (Paris 1657) und Isaac Vossius, welcher später Canonicus in Windsor wurde, in einer merkwürdigen Schrift, deren Mittheilung ich vor zwei Jahren in Paris Herrn Arago verbanfte: de Lucis natura et proprietate (Amstelod. 1662). Von dieser Schrift handeln Brandes in der neuen Bearbeitung von Gehler's physikalischem Wörterbuch Bd. IV. (1827) S. 43 und sehr umständlich Willke in seiner Gesch. der Optik Th. I. (1838) S. 223, 228 und 317. Als Grundstoff aller Farbe betrachtet aber Isaac Vossius den Schwefel, welcher nach ihm allen Körpern beigemischt ist (cap. 25 p. 60). — In Vossii Responsum ad objecta Joh. de Bruyn, Professoris Trajectini, et Petri Petiti 1663 heißt es pag. 69: Neo lumen ullum est absque calore, neo calor ullus absque lumine. Lux, sonus, anima (!), odor, vis magnetica, quamvis incorporea, sunt tamen aliquid. (De lucis nat. cap. 13 p. 29.)

der optischen Entdeckungen von Huygens, Grimaldi und Newton die Betrachtungen über Erdmagnetismus und Wärme des Luftkreises folgen, in so fern beide Lehren im Laufe des Jahrhunderts begründet worden sind, dessen Schilderung wir hier unternommen haben. Das geistreichste und wichtigste Werk über die magnetischen und electrischen Kräfte, William Gilbert's *Physiologia nova de Magnete*, erschien in dem Jahre 1600. Ich habe Gelegenheit gehabt desselben schon mehrmals zu gedenken *). Der von Galilei wegen seines Scharffsinnes so bewunderte Mann †) ahndet vieles von dem, was wir jetzt wissen. Er hält Magnetismus und Electricität für zwei Emanationen der einzigen aller Materie inwohnenden Grundkraft. Er behandelt daher beide zugleich. Solche dunkle auf Analogien gegründete Abhandlungen über die Wirkung des heracleischen Magnetsteins auf das Eisen und die Ziehkraft des, wie Plinius sagt, durch Wärme und Reibung beseelten Amber gegen dürre Spreu gehören allen Zeiten, ja allen Volksstämmen der ionischen Naturphilosophie wie den chinesischen ‡) Phioskern an. Dem William Gilbert ist die Erde selbst ein Magnet, und die Curven gleicher Abweichung und Neigung hängen in ihren Inflexionen von der Massenvertheilung oder Gestalt der Continente, von der Form und Ausdehnung der tiefen dazwischen liegenden oceanischen Becken ab. Die periodische Veränderlichkeit, welche die drei Hauptformen der magnetischen Erscheinungen (die isoklinischen, isogonischen und isodynamischen) charakterisirt, ist mit diesem starren System der Kraft- und Massenvertheilung schwer zu vereinigen, wenn man sich nicht die Ziehkraft der materiellen Theile durch ebenfalls periodische Temperatur-Veränderungen im Innern des Erdkörpers modificirt vorstellt.

In Gilbert's Theorie wird bloß, wie bei der Gravitation, die Quantität der materiellen Theile geschätzt, ohne auf die specifische Heterogenität der Stoffe zu achten. Dieser Umstand hat seinem Werke, zu Galilei's und Kepler's Zeit, einen Charakter kosmischer Größe gegeben. Durch die unerwartete Entdeckung des Rotations-Magnetismus von Arago (1825) ist factisch bewiesen worden, daß alle Arten der Materie des Magnetismus fähig sind; die neuesten Arbeiten von Faraday über die diamagnetischen Substanzen bestätigten, unter besonderen Bedingungen der Meridian- oder Aequatorial-Richtung, des festen, flüssigen oder gasförmig-unwirksamen Zustandes der Körper, jenes wichtige Resultat. Gilbert hatte einen so klaren Begriff von der Mittheilung der tellurischen Magnetkraft, daß er bereits den magnetischen Zustand von Eisenstangen am Kreuz alter Kirchthürme ||) dieser Einwirkung der Erde zuschrieb.

Die zunehmende Thätigkeit der Schifffahrt bis zu den höchsten Breiten und die Vervollkommnung der magnetischen Instrumente, denen sich schon seit 1576 die von Robert Norman aus Ratcliffe construirte Neigungsadel (das Inclinatorium) beigesellt hatte, veranlaßten erst im Lauf des 17ten Jahrhunderts die Kenntniß von dem periodischen Fortschreiten eines Theils der magnetischen Curven, der Linien ohne Abweichung. Die Lage des magnetischen Aequators, den man lange mit dem geographischen identisch glaubte, blieb ununtersucht. Inclinations-Beobachtungen wurden nur in einigen Hauptstädten des westlichen und südlichen Europa angestellt, und die ebenfalls in Raum und Zeit veränderliche Intensität der magnetischen Erdkraft ist zwar von Graham zu London (1723) durch die Oscillationen einer Magnetnadel zu messen ver-

*) Kosmos Buch I. S. 90 Anm. †) u. 91 Anm. *) Buch II. S. 340 Anm. *).

†) Um so ungerechter gegen Gilbert war Bacon von Verulam, dessen allgemeine, im ganzen freie und methodische Ansichten von einem leider! selbst für seine Zeit recht geringen Wissen in Mathematik und Physik begleitet waren. „Bacon showed his inferior aptitude for physical research in rejecting the Copernican doctrine, which William Gilbert adopted.“ Whewell, *Philos. of the inductive Sciences* Vol. II. p. 378.

‡) Kosmos Buch I. S. 95 Anm. †).

||) Die ersten Beobachtungen der Art waren (1590) an dem Thurm der Augustiner-Kirche zu Mantua angestellt. Grimaldi und Gassendi kannten ähnliche Beispiele, immer in geographischen Breitengraden, wo die Inclination der Magnetnadel sehr beträchtlich ist. — Ueber die ersten Messungen der magnetischen Intensität durch die Oscillation einer Nadel vergl. meine Relation hist. T. I. p. 260-264 und Kosmos Buch I. S. 96 Anm. †) und 97 Anm. *).

sucht worden, aber nach dem resultatlosen Unternehmen von Vorda auf seiner letzten Reise nach den canarischen Inseln (1776) ist es erst Yamanon (1785) in La Pérouse's Expedition geglückt, die Intensität in verschiedenen Erdzonen mit einander zu vergleichen.

Auf eine große Masse schon vorhandener Declinations-Beobachtungen von sehr ungleichem Werthe (Beobachtungen von Baffin, Hudson, James Hall und Schouten) gestützt, entwarf Edmund Halley 1683 seine Theorie von vier magnetischen Polen oder Convergenzpunkten und von der periodischen Bewegung der magnetischen Linie ohne Abweichung. Um diese Theorie zu prüfen und mit Hülfe neuer und genauerer Beobachtungen zu vervollkommen, ließ die englische Regierung ihn drei Reisen (1698—1702) in dem atlantischen Ocean auf einem Schiffe machen, das er selbst befehligte. Er gelangte auf einer dieser Seefahrten bis zu 52° südlicher Breite. Dies Unternehmen hat Epoche in der Geschichte des tellurischen Magnetismus gemacht. Eine allgemeine Variations-*Carte*, in der die Punkte, an welchen die Seefahrer die Abweichung von gleicher Größe gefunden hatten, durch krumme Linien verbunden sind, war die Frucht derselben. Nie vorher, glaube ich, hatte ein Gouvernement eine See-Expedition zu einem Zwecke angeordnet, von dessen Erreichung die praktische Nautik sich zwar viel versprechen durfte, der aber doch recht eigentlich ein wissenschaftlicher, physiko-mathematischer genannt zu werden verdient.

Da von einem aufmerksamen Forscher keine Erscheinung isolirt ergründet werden kann, ohne in ihrem Verhältniß zu einer andern betrachtet zu werden, so wagte auch schon Halley, von seinen Reisen zurückgekehrt, die Vermuthung, daß das Nordlicht eine magnetische Erscheinung sei. Ich habe in dem allgemeinen Naturgemälde bemerkt, daß Faraday's glänzende Entdeckung (Lichtentwicklung durch magnetische Kräfte) jene 1714 ausgesprochene Hypothese zu einer empirischen Gewißheit erhoben hat.

Sollen aber die Geseze des Erdmagnetismus gründlich, d. h. in dem großen Cyclus des periodischen räumlichen Fortschreitens aller drei Arten von magnetischen Curven, erforscht werden, so ist es nicht genug, den täglichen regelmäßigen oder gestörten Gang der Nadel in den magnetischen Stationen zu beobachten, die seit 1828 angefangen haben, einen beträchtlichen Theil der Erdoberfläche in nördlichen und südlichen Breiten zu bedecken*); es müßte auch viermal in jedem Jahrhundert eine Expedition von drei Schiffen ausgesandt werden, welche möglichst gleichzeitig den Zustand des Magnetismus der Erde, so weit er sich auf ihrer mit Wasser bedeckten Oberfläche für uns meßbar offenbart, zu untersuchen hätten. Der magnetische Aequator, d. h. die Curve, auf welcher die Neigung null ist, müßte nicht bloß aus der geographischen Ortslänge ihrer Knoten (der Intersection mit dem geographischen Aequator) geschlossen werden; sondern, den Cours des Schiffes nach den Inclinations-Angaben perpetuirlich abändernd, müßte man den dermaligen magnetischen Aequator nie verlassen. Land-Expeditionen wären mit diesem Unternehmen zu verbinden, um da, wo eine Ländermasse nicht ganz durchstrichen werden kann, genau zu bestimmen, an welchen Punkten des Littorals die magnetischen Curven (besonders die Linien ohne Abweichung) eintreten. Eine vorzügliche Aufmerksamkeit möchten in ihrer Bewegung und allmäligen Auflösung zwei isolirte geschlossene Systeme von eiförmiger Gestalt mit fast concentrischen Abweichungs-Curven, im östlichen Asien und in der Südsee im Meridian der Marquesas-Inselgruppe†), verdienen. Seitdem die ruhmvolle antarctische Expedition von Sir James Clark Ross (1839—1843), mit vortrefflichen Instrumenten ausgerüstet, ein großes Licht über die südliche Erdhälfte bis zum Polar-Abstand verbreitet und empirisch den magnetischen Südpol bestimmt hat; seitdem es dem großen Mathematiker unseres Zeitalters, meinem verehrten Freunde Friedrich Gauß, gelungen ist, die erste allgemeine Theorie des Erdmagnetismus aufzustellen: darf man, bei so vielfachem Bedürfniß der Wissenschaft und der Schifffahrt, die Hoffnung nicht

*) Ross's Buch I. S. 98 Anm. †).

†) N. a. D. Bd. I. S. 93.

aufgeben, daß dieser so oft schon von mir angeregte Plan dereinst ausgeführt werde. Möge das Jahr 1850 als die erste normale Epoche bezeichnet werden können, in der die Materialien zu einer magnetischen Weltkarte gesammelt werden sollen; mögen permanente wissenschaftliche Institute (Academien) es sich zum Gesetz machen, von 25 zu 25 Jahren ein die Fortschritte der Nautik begünstigendes Gouvernement an die Wichtigkeit des Unternehmens zu erinnern, dessen großer kosmischer Werth an eine lange Wiederholung geknüpft ist!

Die Erfindung wärmemessender Instrumente (Galilei's Thermoscope*) von 1593 und 1602 waren gleichzeitig von den Veränderungen der Temperatur und des äußeren Luftdruckes abhängig) regte zuerst den Gedanken an, durch eine Reihe zusammenhangender Beobachtungen, der Zeitfolge nach, die Modificationen des Luftkreises zu ergründen. Wir erfahren aus dem Diario der Academia del Cimento, welche in der kurzen Dauer ihrer Wirksamkeit einen so glücklichen Einfluß auf die Liebe zu planmäßigem Experimentiren ausgeübt hat, daß mit Alkohol-Thermometern, den unsrigen ähnlich, in vielen Stationen: zu Florenz im Kloster degli Angeli, in den Ebenen der Lombardei und den Gebirgen um Pistoja, ja in der Hochebene von Innsbruck, bereits seit 1641, fünfmal täglich Temperatur-Beobachtungen angestellt wurden †). Der Großherzog Ferdinand II. beauftragte mit dieser Arbeit die Mönche mehrerer Klöster in seinen Staaten ‡). Auch die Temperatur der Mineralquellen wurde damals bestimmt: was zu vielen Fragen über die Erd-Temperatur Veranlassung gab. Da alle Naturerscheinungen, alle Veränderungen der irdischen Materie mit Modificationen der Wärme, des Lichtes und der Electricität, der ruhenden oder der in Strömen bewegten, zusammenhangen, zugleich die Phänomene der Wärme, auf Ausdehnung wirkend, der sinnlichen Wahrnehmung am zugänglichsten sind; so mußte, wie ich schon an einem anderen Orte erinnert habe, die Erfindung und Vervollkommenung von Wärmemessern eine große Epoche unter den Fortschritten des allgemeinen Naturwissens bezeichnen. Das Gebiet der Anwendung des Thermometers und der rationellen Folgerungen, die aus seinen Anzeigen gezogen werden können, ist so unermesslich als das Gebiet der Naturkräfte selbst, welche in dem Luftmeer, auf der Feste oder in den über einander gelagerten Schichten des Decans, in den unorganischen Stoffen wie in den chemischen Lebensprocessen der organischen walten.

Auch die Wirkungen der strahlenden Wärme sind mehr als ein Jahrhundert vor Scheele's großen Arbeiten, von den florentiner Mitgliedern der Academia del Cimento, durch merkwürdige Versuche mit Hohlspiegeln, gegen welche nicht leuchtende erhitzte Körper und Eismassen bis zu 500 Pfund Gewicht wirklich und scheinbar strahlten, ergründet worden ||). Mariotte am Ende des 17ten Jahrhunderts untersuchte die Verhältnisse der strahlenden Wärme bei ihrem Durchgange durch Glastafeln. Es mußte dieser vereinzeltten Experimente hier gedacht werden, da in späterer Zeit die Lehre von der Wärmestrahlung ein großes Licht über Erkaltung des Bodens, die Entstehung des Thaues und viele allgemeine klimatische Modificationen verbreitet, ja durch Melloni's bewundernswürdigen Scharfsinn zu der contrastirenden Diathermanie des Steinsalzes und Alauns geführt hat.

*) Ueber die ältesten Thermometer s. Nelli, Vitae commercio letterario di Galilei (Losanna 1793) Vol. I. p. 68-94; Opere di Galilei (Padova 1744) T. I. p. LV; Libri, Histoire des Sciences mathématiques en Italie T. IV. (1841) p. 185-197. Als Zeugnisse für die ersten vergleichenden Temperatur-Beobachtungen können gelten die Briefe von Gianfrancesco Sagredo und Benedetto Castelli von 1613, 1615 und 1633 in Venturi, Memorie e Lettere inedite di Galilei P. I. 1818 p. 20.

†) Vincenzio Vintinori in den Saggi di Naturali Esperienze fatte nell' Accademia del Cimento 1841 p. 30-44.

‡) S. über Bestimmung der Scale des Thermometers der Academia del Cimento und über die 16 Jahre lang von einem Schüler des Galilei, dem Pater Reinert, fortgesetzten meteorologischen Beobachtungen Libri in den Annales de Chimie et de Physique T. XLV. 1830 p. 354, und eine spätere ähnliche Arbeit von Schouw in seinem Tableau du Climat et de la Végétation de l'Italie 1839 p. 99-106.

||) Vintinori, Saggi dell' Accad. del Cim. 1841 p. 114 und in den Aggiunte am Ende des Buchs p. LXXVI.

Den Untersuchungen über die nach Maafgabe der geographischen Breite, der Jahreszeiten und der Erhebung des Bodens veränderte Wärme des Luftkreises gesellten sich bald andere bei über den wechselnden Druck und die Dunstmenge der Atmosphäre, über die so oft beobachtete periodische Folge, d. h. das Drehungsgesetz der Winde. Galilei's richtige Ansichten vom Luftdruck hatten Torricelli ein Jahr nach dem Tode seines großen Lehrers auf die Construction des Barometers geleitet. Daß die Quecksilbersäule in der Torricelli'schen Röhre minder niedrig am Fuß eines Thurmes oder eines Berges als auf deren Höhe stehe, bemerkte, wie es scheint, zuerst in Pisa Claudio Beriguardi*); und fünf Jahre später in Frankreich, auf Pascal's Aufforderung, des letzteren Schwager Perrier, da er den Puy de Dôme (840 Fuß höher als der Vesuv) bestieg. Die Idee das Barometer zu Höhenmessungen anzuwenden bot sich nun wie von selbst dar; vielleicht ward sie in Pascal durch einen Brief von Descartes †) gewedt. Wie viel das Barometer, als hypsométrisches Werkzeug auf die Bestimmung der partiellen Oberflächengestalt der Erde, als meteorologisches Werkzeug (auf Ergründung des Einflusses der Luftströme angewandt) zur Erweiterung der physikalischen Erdbeschreibung und der Witterungslehre beigetragen habe: erheischt hier keine besondere Erörterung. Die Theorie der eben erwähnten Luftströme ist in ihren festen Grundpfeilern ebenfalls vor dem Schluß des 17ten Jahrhunderts erkannt worden. Bacon hat das Verdienst (1664) gehabt, in seiner berühmten *Historia naturalis et experimentalis de ventis* ‡) die Richtung der Winde in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur und den Hydrometeoren zu betrachten; aber, die Richtigkeit des copernicanischen Systems unmathematisch läugnend, fabelte er von der Möglichkeit, „daß unsere Atmosphäre sich auf gleiche Weise als der Himmel täglich um die Erde drehen und so den tropischen Ostwind veranlassen könne.“

Hooke's allumfassendes Genie verbreitete auch hier wieder Gesetzmäßigkeit und Licht ||). Er erkannte den Einfluß der Rotation der Erde, wie die oberen und unteren Strömungen warmer und kalter Luft vom Aequator zu den Polen und von diesen zum Aequator zurückkehrend. Galilei hatte in seinem letzten Dialogo allerdings auch die Passatwinde als Folge der Rotation der Erde betrachtet; aber das Zurückbleiben der Lufttheile innerhalb der Tropen gegen die Rotations-Geschwindigkeit der Erde schrieb er einer dunklen Reinheit der Luft zwischen den Wendekreisen zu ¶). Hooke's richtigere Ansicht ist spät erst im 18ten Jahrhundert von Halley wiederum aufgenommen und in Hinsicht auf die Wirkung der jedem Parallelkreise zugehörigen Umdrehungsgeschwindigkeit umständlicher und befriedigend erläutert worden. Halley, durch seinen langen Aufenthalt in der heißen Zone dazu veranlaßt, hatte früher (1686) eine treffliche empirische Arbeit über die geographische Ver-

*) Antinorip. p. 29.

†) Ren. Cartesii Epistolae Amstel. 1682 P. III. Ep. 67.

‡) Bacon's Works by Shaw 1733 Vol. III. p. 441. (S. R o s m o s Bb. I. S. 167 und Anm. **).

§) Hooke's Posthumous Works p. 364. (Vergl. meine Relat. historique T. I. p. 199.) Hooke nahm aber leider wie Galilei eine Geschwindigkeits-Veränderlichkeit zwischen der Rotation der Erde und der Atmosphäre an; s. Posth. Works p. 88 und 363.

¶) Wenn auch gleich in Galilei's Ansicht über die Ursach der Passate von einem Zurückbleiben der Lufttheile die Rede ist, so darf sie doch nicht, wie neuerdings geschehen, mit der Ansicht von Hooke und Halley verwechselt werden. „Dicevamo pur' ora,“ läßt Galilei im Dialogo quarto (Opere T. IV. p. 311) den Salviati sagen, „che l'aria, come corpo tenue, e fluido, e non saldamente congiunto alla terra, pareva, che non avesse necessità d'obbedire al suo moto, se non in quanto l'asprezza della superficie terrestre ne rapisce, o seco porta una parte a se contigua, che di non molto intervallo sopranza le maggiori altezze

delle montagne; la qual porzion d'aria tanto meno dovrà esser renitente alla conversion terrestre, quanto che ella è ripiena di vapori, fumi, ed esalazioni, materie tutte partecipanti delle qualità terrene: e per conseguenza atte nate per lor natura (?) a i medesimi movimenti. Ma dove mancassero le cause del moto, cioè dove la superficie del globo avesse grandi spazii piani, e meno vi fusse della missione de i vapori terreni, quivi cesserebbe in parte la causa, per la quale l'aria ambiente dovesse totalmente obbedire al rapimento della conversion terrestre; si che in tali luoghi, mentre che la terra si volge verso Oriente, si dovrebbe sentir continuamente un vento, che ci ferisse, spirando da Levante verso Ponente; e tale spiramento dovrebbe farsi più sensibile, dove la vertigine del globo fusse più veloce: il che sarebbe ne i luoghi più remoti da i Poli, e vicini al cerchio massimo della diurna conversione. L'esperienza applaude molto a questo filosofico discorao, poichè ne gli ampi mari sottoposti alla Zona torrida, dove anco l'evaporazioni terrestri mancano (?), si sente una perpetua aura muovere da Oriente...“

breitung der Passate (trade-winds und monsoons) geliefert. Es ist zu verwundern, daß er in seinen magnetischen Expeditionen des für die gesammte Meteorologie so wichtigen Drehungsgesetzes der Winde gar nicht erwähnt, da es doch durch Bacon und Johann Christian Sturm aus Hippolstein (nach Brewster *), dem eigentlichen Erfinder des Differential-Thermometers) in allgemeinen Zügen erkannt war.

In dem glänzenden Zeitalter der Gründung einer mathematischen Naturphilosophie fehlte es auch nicht an Versuchen die Luftfeuchtigkeit in ihrem Zusammenhange mit den Veränderungen der Temperatur und der Windesrichtung zu erforschen. Die Academia del Cimento hatte den glücklichen Gedanken die Dampfmenge durch Verdunstung und Niederschlag zu bestimmen. Das älteste florentiner Hygrometer war demnach ein Condensations-Hygrometer, ein Apparat, in welchem die Menge des niederschlagenden ablaufenden Wassers durch Abwägen bestimmt wurde †). Diesem Condensations-Hygrometer, das durch Benutzung der Ideen von Le Roy in unseren Tagen zu den genauen psychrometrischen Methoden von Dalton, Daniell und August allmählich geleitet hat, gesellten sich, schon nach Leonardo's da Vinci Vorgänge ‡), Absorptions-Hygrometer aus Substanzen des Thier- und Pflanzenreiches von Santori (1625), Torricelli (1646) und Molineux bei. Darmsaiten und Grannen von Gräsern wurden fast gleichzeitig angewandt. Solche Instrumente, welche sich auf die Absorption der in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdämpfe durch organische Stoffe gründeten, waren mit Zeigern und kleinen Gegengewichten versehen, der Construction nach den Saussure'schen und Deluc'schen Haar- und Fischein-Hygrometern sehr ähnlich; aber es fehlte bei den Instrumenten des 17ten Jahrhunderts die zur Vergleichung und zum Verständniß der Resultate so nothwendige und endlich durch Regnault erreichte Bestimmung fester Punkte der Trockenheit und Nässe, minder die Empfindlichkeit bei langer Dauer der angewandten hygrometrischen Substanzen. Diction ¶) fand in einem Saussure'schen Hygrometer befriedigend empfindlich das Haar einer Quanschen-Mumie von Teneriffa, die vielleicht an tausend Jahre alt war.

Der electrische Proceß ward als Wirkung einer eigenen, wenn gleich der magnetischen verwandten, Naturkraft von William Gilbert erkannt. Das Buch, in welchem diese Ansicht zuerst ausgesprochen, ja, die Worte electrische Kraft, electrische Ausflüsse, electrische Anziehung zuerst ¶) gebraucht sind, ist die oft genannte im Jahr 1600 er-

*) Brewster im Edinburgh Journal of Science Vol. II. 1825 p. 145. Sturm hat das Differential-Thermometer beschrieben in dem kleinen Werke: Collegium experimentale curiosum (Nurnb. 1676 p. 49). Ueber das Baconische Gesetz der Winddrehung, das Dove erst auf beide Zonen ausgedehnt und in seinem inneren Zusammenhange mit den Ursachen aller Luftströmungen erkannt hat, s. die ausführliche Abhandlung von Müncke in der neuen Bearb. von Geßler's physikal. Wörterbuch Bd. X. S. 2003-2019 und 2030-2035.
†) Antinori p. 45 und in den Saggi selbst p. 17-19.
‡) Venturi, Essai sur les ouvrages physico-mathematiques de Léonard de Vinci 1797 p. 28.
§) Bibliothèque Universelle de Genève T. XXVII 1824 p. 120.
¶) Gilbert de Magnete lib. II cap. 2-4 p. 46-71. Schon in der Interpretation der gebräuchlichen Nomenclatur heißt es *Electrica* quae attrahit eadem ratione ut electricum; versorium non magneticum ex quovis metallo. inserviens electricis experimentis. Im Texte selbst findet man: magneticum, ut ita dicam, vel electricum attrahere (vim illam electricam nobis placet appellare. . . .) (p. 52); effluvia electrica, attractiones electricae. Der abstracte Ausdruck electricitas findet sich nicht, so wenig als das barbarische Wort magnetismus des 18ten Jahrhunderts. Ueber die schon im Timaeus des Plato p. 80 c angedeutete Ableitung von *ἤλεκτρον*, „dem Zieher und Zugsteine“, von *ελξ*,

und *ἄλκω* und den wahrscheinlichen Uebergang durch ein härteres *ἤλεκτρον* s. Buttmann, Mythologus Bd. II. (1829) S. 357. Unter den von Gilbert aufgestellten theoretischen Sätzen (die nicht immer mit gleicher Klarheit ausgedrückt sind) wähle ich aus: „Cum duo sint corporum genera, quae manifestis sensibus nostris motionibus corpora allicere videntur, *Electrica* et *Magnetica*; *Electrica* naturalibus ab humore effluviis; *Magnetica* formalibus efficientiis, seu potius primariis vigoribus, incitationes faciunt. — Facile est hominibus ingenio acutis, absque experimentis, et usu rerum labi, et errare. Substantiae proprietates aut familiaritates, sunt generales nimis, nec tamen verae designatae causae, atque, ut ita dicam, verba quaedam sonant, re ipsa nihil in specie ostendunt. Neque ista succini credita attractio, a singulari aliqua proprietate substantiae, aut familiaritate assurgit: cum in pluribus aliis corporibus eundem effectum, majori industria invenimus, et omnia etiam corpora ejusmodicunque proprietatis, ab omnibus illis alliciuntur.“ (De Magnete p. 50, 51, 60 und 65.) Gilbert's vorzüglichere Arbeiten scheinen zwischen 1590 und 1600 zu fallen. Whewell weist ihm mit Recht eine wichtige Stelle unter denen an, die er practical Reformers der positiven Wissenschaften nennt. Gilbert war Leibarzt der Königin Elisabeth und Jacobs I., und starb schon 1603. Nach seinem Tode erschien ein zweites Werk: De Mundo nostro Sublunari Philosophia nova.

sichene Physiologie vom Magnete und von dem Erdkörper als einem großen Magnet (*de magno magnete tellure*). „Die Fähigkeit,“ sagt Gilbert, „gerieben, leichte Stoffe, welcher Natur sie auch seien, anzuziehen ist nicht dem Bernstein allein eigen, der ein verdickter Erdsaft ist, welchen die Meereswogen aufwühlen und in dem fliegende Insecten, Ameisen und Würmer wie in ewigen Gräbern (*aeternis sepulchris*) eingekerkert liegen. Die Ziehkraft gehört einer ganzen Classe von sehr verschiedenen Substanzen an: wie Glas, Schwefel, Siegellack und allen Harzen, dem Bergkrysal und allen Edelsteinen, dem Alaun und dem Steinsalze.“ Die Stärke der erregten Electricität mißt Gilbert an einer nicht eisernen kleinen Nadel, die sich auf einem Stifte frei bewegt (*versorium electricum*): ganz dem Apparate ähnlich, dessen sich Haüy und Brewster bei Prüfung der Electricität geriebener und erwärmter Mineralien bedienten. „Die Reibung,“ sagt Gilbert weiter, „bringt stärkere Wirkungen hervor bei trockner als bei feuchter Luft; Das Reiben mit seidenen Tüchern ist am vortheilhaftesten besunden. Die Erdfugel wird wie durch eine electriche Kraft (?) zusammengehalten (*Globus telluris per se electricae congregatur et cohaeret*); denn das electriche Streben geht auf bindende Anhäufung aus (*motus electricus est motus coacervationis materiae*).“ In diesen dunkeln Ariomen liegt ausgedrückt die Ansicht einer tellurischen Electricität, die Aeußerung einer Kraft, welche, wie der Magnetismus, der Materie als solcher angehört. Von Abstoßung, von Unterschied zwischen Isolatoren und Leitern ist noch keine Rede.

Mehr als bloße Anziehungs-Erscheinungen beobachtete zuerst der sinnige Erfinder der Luftpumpe, Otto von Guericke. In seinen Versuchen mit einem geriebenen Schwefelkuchen erkannte er Phänomene der Abstoßung und solche, die später auf die Geseze der Wirkungskreise und Vertheilung der Electricität geleitet haben. Er hörte das erste Geräusch, sah das erste Licht in selbsthervorgerufener Electricität. In einem Versuche, welchen Newton 1675 anstellte, zeigten sich die ersten Spuren der electriche Ladung an einer geriebenen Glasplatte*). Wir haben hier bloß nach den ersten Keimen des electriche Wissens geforscht, das in seiner großen, sonderbar verspäteten Entwicklung nicht bloß einer der wichtigsten Theile der Meteorologie geworden ist, sondern auch, seitdem man gelernt, daß der Magnetismus eine der vielfachen Formen ist, unter denen die Electricität sich offenbart, so vieles von dem inneren Treiben der Erdkräfte aufgestellt hat.

Wenn gleich schon Wall (1708), Stephan Gray (1734) und Nollet die Identität der Reibungs-Electricität und des Blitzes vermutheten, so wurde die empirische Gewißheit doch erst um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts durch die glücklichen Bestrebungen des edeln Benjamin Franklin erlangt. Von dem Zeitpunkte an trat der electriche Proceß aus dem Gebiet der speculativen Physik in das Gebiet kosmischer Naturanschauung, aus dem Studirzimmer in das Freie. Die Lehre von der Electricität hat, wie die Optik und wie der Magnetismus, lange Epochen überaus schwacher Entwicklung gehabt, bis in den eben genannten drei Disciplinen die Arbeiten von Franklin und Volta, Thomas Young und Malus, Dersted und Faraday die Zeitgenossen zu einer bewundernswürdigen Thätigkeit anregten. An solchen Wechsel von Schlummer und plöglich erweckter Thätigkeit ist der Fortschritt des menschlichen Wissens geknüpft.

Sind aber auch, wie wir eben entwickelt, durch die Erfindung geeigneter, obgleich noch sehr unvollkommener, physikalischer Werkzeuge und durch den Scharfblick von Galilei, Torricelli und der Mitglieder der *Academia del Cimento* die Temperatur-Verhältnisse, der wechselnde Luftdruck und die Dufnstmenge der Atmosphäre ein Gegenstand unmittelbarer Forschung geworden; so ist dagegen alles, was die chemische Zusammensetzung des Luftkreises betrifft, in Dunkel gehüllt geblieben. Allerdings sind die Grundlagen der pneumatischen Chemie durch Johann Baptist van Helmont und Jean Rey in der ersten,

*) Brewster, *Life of Newton* p. 307.

durch Hooke, Mayow, Boyle und den dogmatisirenden Becher in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts gelegt worden; aber so auffallend auch die richtige Auffassung einzelner und wichtiger Erscheinungen ist, so fehlte doch die Einsicht in ihren Zusammenhang. Der alte Glaube an die elementarische Einfachheit der, auf Verbrennung, Oxydation der Metalle und das Athmen wirkenden Luft war ein schwer zu überwindendes Hinderniß.

Die entzündlichen und lichtverlöschenden Gasarten in Höhlen und Bergwerken (die spiritus lotales des Plinius), das Entweichen dieser Gasarten in Form von Mäuschen in Sümpfen und Mineralquellen, also Grubenwetter und Brunnengeister, hatten schon die Aufmerksamkeit des Erfurter Benedictiners Basilius Valentinus (wahrscheinlich aus dem Ende des 15ten Jahrhunderts) und des Libavius (1612), eines Bewunderers des Paracelsus, geseßelt. Man verglich, was man in alchymistischen Laboratorien zufällig bemerkte, mit dem, was man in den großen Werkstätten der Natur, besonders im Inneren der Erde, bereitet sah. Bergbau auf erzführenden Lagerstätten, (vorzüglich auf schwefelkieshaltigen, die sich durch Oxydation und Contact-Electricität erwärmen) führte zu Abnungen über den chemischen Verkehr zwischen Metall, Säure und zutretender äußerer Luft. Schon Paracelsus, dessen Schwärmerieen in die Epoche der ersten Eroberung von Amerika fallen, bemerkte die Gas-Entwicklung während der Auflösung von Eisen in Schwefelsäure. Van Helmont, welcher sich zuerst des Wortes Gase bedient hat, unterscheidet dieselben von der atmosphärischen Luft, und wegen ihrer Nicht-Condensirbarkeit auch von den Dämpfen. Die Wolken sind ihm Dämpfe, sie werden zu Gas bei sehr heiterem Himmel „durch Kälte und den Einfluß der Gestirne.“ Gas kann nur zu Wasser werden, wenn es vorher wiederum in Dampf verwandelt ist. Das sind Ansichten über den meteorologischen Proceß aus der ersten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts. Van Helmont kennt noch nicht das einfache Mittel sein Gas sylvestre (unter diesem Namen begriff er alle unentzündbaren, die Flamme und das Athmen nicht unterhaltenden, von der reinen atmosphärischen Luft verschiedenen Gase) aufzufangen und abzuondern; doch ließ er ein Licht unter einem durch Wasser abgesperrten Gefäße brennen, und bemerkte, als die Flamme erlosch, das Eindringen des Wassers und die Abnahme des Luftvolums. Auch durch Gewichtsbestimmungen, die wir schon bei Cardanus finden, suchte van Helmont zu beweisen, daß sich alle feste Theile der Vegetabilien aus Wasser bilden.

Die mittelalterlichen alchymistischen Meinungen von der Zusammenziehung der Metalle, von ihrer glanzzerstörenden Verbrennung (Ei n ä s c h e r u n g, V e r e r d u n g und V e r f a l k u n g) unter Zutritt der Luft regten an zu erforschen, was diesen Proceß begleite, welcher Veränderung die sich verfallenden oder vererbenden Metalle und die mit ihnen in Contact tretende Luft erleiden. Schon Cardanus hatte (1553) die Gewichtszunahme bei der Oxydation des Bleies wahrgenommen und sie, ganz im Sinne der Mythe von Phlogiston, einer entweichenden leichtmachenden „himmlischen Feuermaterie“ zugeschrieben; aber erst achtzig Jahre später sprach Jean Rey, ein überaus geschickter Experimentator zu Bergerac, der mit größerer Genauigkeit die Gewichtszunahme der Metallkalle des Bleies, des Zinnes und des Antimons erforscht hatte, das wichtige Resultat aus, die Gewichtszunahme sei dem Zutritt der Luft an den Metallkall zuzuschreiben. „Je responds et soustiens glorieusement, sagte er *), que ce sureroit de poids vient de l'air qui dans le vase a esté espessi.“

*) Rey spricht eigentlich nur von dem Zutritt der Luft an die Oxyde; er erkennt nicht, daß die Oxyde selbst (die man damals vererdete Metalle nannte) eine bloße Verbindung von Metall und Luft sind. Die Luft macht nach ihm „den Metallkall schwerer, wie Sand an Gewicht zunimmt, wenn sich Wasser daran hängt. Der Metallkall ist dabei einer Sättigung mit Luft fähig. L'air epaisi s'attache à la chaux, ainsi le poids augmente du commencement jusqu'à la fin: mais quand tout en est affublé, elle n'en scauroit prendre

d'avantage. Ne continuez plus vostre calcination sous cet espoir, vous perdriez vostre peine.“ Rey's Werk enthält demnach die erste Annäherung zu der besseren Erklärung einer Erscheinung, deren vollkommenes Verständniß später auf das ganze System der Chemie reformirend eingewirkt hat. S. R o y y, Geschichte der Chemie Th. III. S. 131-133. (Vergl. auch in derselben Th. I. S. 116-127 und Th. III. S. 119-138, wie S. 175-195.)

Man war nun auf den Weg gerathen, der zur Chemie unserer Tage und durch sie zur Kenntniß eines großen kosmischen Phänomens, des Verkehrs zwischen dem Sauerstoff der Atmosphäre und dem Pflanzenleben, führen sollte. Die Gedankenverbindung aber, die sich ausgezeichneten Männern darbott, war zunächst von sonderbar complicirter Natur. Gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts trat, dunkel bei Hooke in seiner *Micrographia* (1665), ausgebildeter bei Mayow (1669) und bei Willis (1671), ein Glaube an salpetrige Partikeln (*spiritus nitro-aëreus*, *pabulum nitrosum*) auf, welche mit den im Salpeter fixirten identisch, in der Luft enthalten und das Bedingende in den Verbrennungs-Proceß sein sollten. „Es wurde behauptet, das Erlöschen der Flamme im geschlossenen Raume finde nicht deshalb statt, weil die vorhandene Luft mit Dämpfen aus dem brennenden Körper übersättigt werde, sondern das Erlöschen sei eine Folge der gänzlichen Absorption des ursprünglich in der Luft enthaltenen salpetrigen *spiritus nitro-aëreus*.“ Das plötzliche Beleben der Gluth, wenn schmelzender (Sauerstoffgas ausstoßender) Salpeter auf Kohle gestreuet wird, und das sogenannte Auswittern des Salpeters an Thonwänden im Contact mit der Atmosphäre scheinen diese Meinung gleichzeitig begünstigt zu haben. Die salpetrigen Partikeln der Luft bedingen, nach Mayow, das Athmen der Thiere, dessen Folge die Hervorbringung thierischer Wärme und Entschwärzung des Blutes ist; sie bedingen alle Verbrennungsproceße und die Verkalkung der Metalle; sie spielen ohngefähr die Rolle des Sauerstoffs in der antiphlogistischen Chemie. Der vorsichtig zweifelnde Robert Boyle erkannte zwar, daß die Anwesenheit eines gewissen Bestandtheils der atmosphärischen Luft zum Verbrennungsproceße nothwendig sei; aber er blieb ungewiß über die salpetrige Natur desselben.

Der Sauerstoffgas war für Hooke und Mayow ein ideeller Gegenstand, eine Fiction der Gedankenwelt. Als Gas sah den Sauerstoff zuerst der scharfsinnige Chemiker und Pflanzenphysiolog Hales aus dem Blei, das er zu Mennige verkalkte, bei starker Hitze in großer Menge (1727) entweichen. Er sah das Entweichen, ohne die Natur der Lustart zu untersuchen oder das lebhaft Brennen der Flamme in derselben zu bemerken. Hales ahndete nicht die Wichtigkeit der Substanz, die er bereitet hatte. Die lebhaft Lichtentwicklung brennender Körper in Sauerstoffgas und die Eigenschaften desselben wurden, — wie Viele behaupten, ganz unabhängig *) —, von Priestley (1772—1774), von Scheele (1774 und 1775), und von Lavoisier und Berthollet (1775) entdeckt.

Die Anfänge der pneumatischen Chemie sind in diesen Blättern, ihrem historischen Zusammenhange nach, berührt worden, weil sie, wie die schwachen Anfänge des electrischen Wissens, das vorbereitet haben, was das folgende Jahrhundert an großen Ansichten über die Constitution des Luftkreises und dessen meteorologische Veränderungen hat offenbaren können. Die Idee specifisch verschiedener Gasarten wurde im siebzehnten Jahrhundert denen, welche diese Gasarten erzeugten, nie völlig klar. Man fing wieder an, den Unterschied zwischen der atmosphärischen Luft und den irrespirablen, lichtverlöschenden oder entzündlichen Gasarten der Einmischung von gewissen Dünsten ausschließlich zuzuschreiben. Blad und Cavendish erwiesen erst 1766, daß Kohlen säure (fire Luft) und Wasserstoffgas (brennbare Luft) specifisch verschiedene luftförmige Flüssigkeiten sind. So lange hatte der uralte Glaube an die elementare Einfachheit des Luftkreises jeden Fortschritt des Wissens gelähmt. Die endliche Ergründung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre (die feinste Bestimmung ihrer quantitativen Verhältnisse durch die schönen Arbeiten von Boussingault und Dumas) ist einer der Glanzpunkte der neueren Meteorologie.

Die hier fragmentarisch geschilderte Erweiterung des physikalischen und chemischen Wissens konnte nicht ohne Einfluß bleiben auf die früheste Ausbildung der Geognosie. Ein großer Theil der geognostischen Fragen, mit deren Lösung sich unser Zeitalter beschäftigt,

*) Priestley's letzte Klage über das, „was Lavoisier und Berthollet über die Natur des Phlogistons gelehrt haben“, ersucht in seiner kleinen Schrift: *The doctrine of Phlogiston established* (1800) p. 43.

wurden durch einen Mann von den umfassendsten Kenntnissen, den großen dänischen Anatom Nicolaus Steno (Stenjon), welchen der Großherzog von Toscana Ferdinand II. in seine Dienste berief, durch einen anderen (englischen) Arzt, Martin Lister, und den „würbigen Nebenbuhler“) Newton's,“ Robert Hooke, angeregt. Von Steno's Verdiensten um die Positions- oder Lagerungs-Geognosie habe ich umständlicher in einem anderen Werke †) gehandelt. Allerdings hatten schon Leonardo da Vinci gegen das Ende des 15ten Jahrhunderts (wahrscheinlich indem er in der Lombardei Canäle anlegte, welche Schuttländ und Tertiärschichten durchschnitten), Tracastoro (1517) bei Gelegenheit zufällig entblößter reichlicher Gesteinschichten im Monte Bolca bei Verona, und Bernard Palissy bei seinen Nachforschungen über die Springbrunnen (1563) das Dasein einer untergegangenen oceanischen Thierwelt in ihren hinterlassenen Spuren erkannt. Leonardo, wie im Vorgefühl einer philosophischeren Eintheilung thierischer Gestaltung, nennt die Conchylien „animali che hanno l'ossa di fuori.“ Steno, in seinem Werke „über das in den Gesteinen Enthaltene“ (de Solido intra Solidum naturaliter contento), unterscheidet (1669) „Gesteinschichten (uranfängliche?), die sich früher erhärtet haben, als es Pflanzen und Thiere gab, und daher nie organische Reste enthalten, von Sedimentschichten (turbidi maris sedimenta sibi invicem imposita), welche unter einander abwechseln und jene bedecken. Alle versteinierungshaltigen Niederschlagschichten waren ursprünglich horizontal gelagert. Ihre Neigung (Fallen) ist entstanden theils durch den Ausbruch unterirdischer Dämpfe, welche die Centralwärme (ignis in medio terrae) erzeugt, theils durch das Nachgeben von schwach unterstützenden unteren Schichten ‡). Die Thäler sind die Folge der Umstürzung.“

Steno's Theorie der Thälerformen ist die von Deluc, während Leonardo da Vinci ||), wie Cuvier, die Thäler durch ablaufende Fluthen einfurchen läßt. In der geognostischen Beschaffenheit des Bodens von Toscana erkennt Steno Umwälzungen, die sechs großen Naturperioden zugeschrieben werden müssen (sex sunt distinctae Etruriae facies, ex praesenti facie Etruriae collectae). Sechsmal nämlich ist periodisch das Meer eingebrochen und hat sich, erst nach langem Verbleiben im Innern des Landes, in seine alten Grenzen zurückgezogen. Alle Petrefacte gehören aber nicht dem Meere an; Steno unterscheidet die pelagischen von den Süßwasser-Petrefacten. Scilla (1670) gab Abbildungen von den Versteinierungen von Calabrien und Malta. Unter den letzteren hat unser großer Zergliederer und Zoologe Johannes Müller die älteste Abbildung der Zähne des riesenhaften Hydrarchus (Zeuglodon cetoides von Owen) von Alabama, eines Säugethieres aus der großen Ordnung der Cetaceen, entdeckt ¶): Zähne, deren Krone wie bei den Seehunden gestaltet ist.

Lister stellte schon (1678) die wichtige Behauptung auf, daß jede Gebirgsart durch eigene Fossilien charakterisirt ist und daß „die Arten von Murex, Tellina und Trochus, welche in den Steinbrüchen von Northamptonshire vorkommen, zwar denen der heutigen Meere ähnlich, aber, genauer untersucht, von diesen verschieden gefunden werden.“ Es seien, sagt er, specifisch andere **). Die strengen Beweise von der Richtigkeit so großartiger Abundungen konnten freilich, bei dem unvollkommenen Zustande der beschreibenden Morphologie, nicht gegeben werden. Wir bezeichnen ein früh aufdämmerndes, bald wieder ersticktes Licht vor

*) John Herschel, Discourse on the study of Natural Philosophy p. 116.

†) Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches dans les deux hémisphères 1823 p. 38.

‡) Steno de Solido intra Solidum naturaliter contento 1669 p. 2, 17 28, 3 und 69 (fig. 20-25).

||) Venturi, Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Léonard de Vinci 1797 2 5 no. 124.

¶) Agostino Scilla, le vane Speculazione disingannata dal senso, Nap. 1670 tab. XII. fig. 1. — Beral, Joh. Müller, Bericht über die von Herrn Koch in Alabama gesammelten fossilen Knochenreste seines

Hydrarchus (des Basilosaurus von Sharlan 1835, des Zeuglodon von Owen 1839, des Squalodon von Graptoloup 1840, des Dorodon von Gibbs 1815), gelesen in der Kön. Akad. der Wiss. zu Berlin April-Juni 1847. Diese fossilen im Staat Alabama (Washington County und unsern Clarksville) gesammelten Reste des vereweltlichen Thieres sind durch die Munificenz unseres Königs seit 1847 Eigenthum des zoologischen Museums zu Berlin. Außer Alabama und Süd-Carolina wurden Theile des Hydrarchus in Europa zu Lequan bei Bordeaux, unweit Lins an der Donau und 1670 in Malta entdeckt.

**) Martin Lister in den Philos. Transact. Vol. VI. 1671 Numb. LXXVI. p. 2283.

den herrlichen paläontologischen Arbeiten von Cuvier und Alexander Brongniart, welche der Geognosie der Sediment-Formationen eine neue Gestalt gegeben haben *). Vister, aufmerksam auf die regelmäßige Reihenfolge der Schichten in England, fühlte zuerst das Bedürfnis geognostischer Karten. Wenn gleich diese Erscheinungen und ihr Zusammenhang mit alten Ueberfluthungen (einer einmaligen oder mehrfachen) das Interesse fesselten und, Glauben und Wissen mit einander vermengend, die sogenannten Systeme von Ray, Woodward, Burnet und Whiston in England erzeugten; so blieb doch, bei ganzlichem Mangel mineralogischer Unterscheidung in den Bestandtheilen zusammengesetzter Gebirgsarten, alles, was das krystallinische und massige Eruptionsgestein und seine Umwandlung betrifft, unbearbeitet. Trotz der Annahme einer Centralwärme des Erdkörpers wurden Erdbeben, heiße Quellen und vulkanische Ausbrüche nicht als Folgen der Reaction des Planeten gegen seine äußere Rinde angesehen, sondern kleinlichen Localursachen, z. B. der Selbstentzündung von Schwefelkies-Lagern, zugeschrieben. Spielende Versuche von Lemery (1700) sind leider! von langdauerndem Einfluß auf vulkanische Theorien geblieben, wenn gleich die letzteren durch die phantastereiche Protogaea von Leibniz (1680) zu allgemeineren Ansichten hätten erhoben werden können.

Die Protogaea, bisweilen dichterischer als die vielen jetzt eben bekannt gewordenen metrischen Versuche desselben Philosophen †), lehrt „die Verschlackung der cavernösen, glühenden, einst selbstständig leuchtenden Erdrinde; die allmätige Abkühlung der in Dämpfe gehüllten wärmestrahrenden Oberfläche; den Niederschlag und die Verdichtung der allmätig erkalteten Dampf-Atmosphäre zu Wasser; das Sinken des Meerespiegels durch Eindringen der Wasser in die inneren Erdhöhlen; endlich den Einsturz dieser Höhlen, welche das Fallen der Schichten (ihre Neigung gegen den Horizont) veranlaßt.“ Der physische Theil dieses wilden Phantasiebildes bietet einige Züge dar, welche den Anhängern der neuen, nach allen Richtungen mehr ausgebildeten Geognosie nicht verwerflich scheinen werden. Dahin gehören die Bewegung der Wärme im Innern des Erdkörpers und die Abkühlung mittelst der Ausstrahlung durch die Oberfläche; die Existenz einer Dampf-Atmosphäre; der Druck, welchen diese Dämpfe während der Consolidirung der Schichten auf letztere ausüben, der doppelte Ursprung der Massen, als geschmolzen und erstarrt oder aus den Gewässern niedergeschlagen. Von dem typischen Charakter und dem mineralogischen Unterschiede der Gebirgsarten, d. h. der in den entferntesten Gegenden wiederkehrenden Associationen gewisser, meist krystallisirter Substanzen, ist in der Protogaea so wenig die Rede wie in Hooke's geognostischen Ansichten. Auch bei diesem haben die physischen Speculationen über die Wirkung unterirdischer Kräfte im Erdbeben, in der plötzlichen Hebung des Meeresbodens und der Küstenländer, in der Entstehung von Inseln und Bergen die Oberhand. Die Natur der organischen Ueberreste der Vorwelt leitete ihn sogar auf die Vermuthung, daß die gemäßigte Zone früher die Wärme des tropischen Klimas müsse genossen haben.

Es bleibt noch übrig, der größten aller geognostischen Erscheinungen zu gedenken, der mathematischen Gestalt der Erde, in welcher die Zustände der Urzeit sich erkennbar abspiegeln, die Flüssigkeit der rotirenden Masse und ihre Erhärtung als Erdsphäroid. In seinen Hauptzügen, freilich nicht genau in den numerischen Angaben des Verhältnisses zwischen der Polar- und Aequatorial-Arte, wurde das Bild der Erdgestaltung am Ende des 17ten Jahrhunderts entworfen. Picard's Gradmessung, mit von ihm selbst vervollkommenen Meßinstrumenten (1670) ausgeführt, ist um so wichtiger gewesen, als sie zuerst Newton veranlaßte, seine schon 1666 aufgefunden und später vernachlässigte Gravitations-

*) S. eine lichtvolle Entwicklung der früheren Fortschritte des paläontologischen Studiums in Whewell, History of the inductive Sciences 1837 Vol. III. p. 507-545.

†) Leibnizens geschichtliche Aufsätze und Gedichte,

herausgegeben von Perz 1847 (in den gesammelten Werken: Geschichte, Bd. IV). Ueber den ersten Entwurf der Protogaea von 1691 und die nachmaligen Umarbeitungen f. Telfamys Jahresbericht der Bürgerschule zu Hannover 1847 S. 1-32.

Theorie wiederum mit erneuertem Eifer aufzunehmen, weil sie dem tief sinnigen und glücklichen Forscher die Mittel zu beweisen darbot, wie die Anziehung der Erde den, durch die Schwerkraft umgetriebenen Mond in seiner Bahn erhalte. Die viel früher *) erkannte Abplattung des Jupiter hatte, wie man glaubt, Newton angeregt über die Ursach einer solchen von der Sphäricität abweichenden Erscheinung nachzudenken. Den Versuchen über die wahre Länge des Secundenpendels zu Cayenne von Richer (1673) und an der westlichen afrikanischen Küste von Varin waren andere †), weniger entscheidende zu London, Leven und Bologna in 7° Breiten-Unterschied vorhergegangen. Die Abnahme der Schwere vom Pol zum Aequator, die lange noch selbst Picard geläugnet, wurde nun allgemein angenommen. Newton erkannte die Polar-Abplattung der Erde und ihre sphäroidische Gestalt als eine Folge der Rotation; er wagte sogar unter der Voraussetzung einer homogenen Masse das Maas dieser Erd-Abplattung numerisch zu bestimmen. Es blieb den verglichenen Gradmessungen des 18ten und 19ten Jahrhunderts unter dem Aequator, dem Nordpol nahe und in den gemäßigten Zonen beider Halbkugeln, der südlichen und nördlichen, vorbehalten, dieses Maas der mittleren Abplattung und so die wahre Figur der Erde genau zu eörtern. Die Existenz der Abplattung selbst verkündigt, wie schon in dem Naturgemälde bemerkt ‡) worden ist, was man die älteste aller geognostischen Begebenheiten nennen kann: den Zustand der allgemeinen Flüssigkeit eines Planeten, seine frühere und spätere Erhärtung.

Wir haben die Schilderung des großen Zeitalters von Galilei und Kepler, Newton und Leibniz mit den Entdeckungen in den Himmelsräumen durch das neuerfundene Fernrohr begonnen. Wir endigen mit der Erdgestaltung, wie sie aus theoretischen Schlüssen erkannt worden ist. „Newton erhob sich zu der Erklärung des Weltsystems, weil es ihm glückte, die Kraft zu finden ||), von deren Wirkung die Kepler'schen Geseze die nothwendige Folge sind, und welche den Erscheinungen entsprechen mußte, indem diese Geseze ihnen entsprachen und sie vorherverkündigten.“ Die Auffindung einer solchen Kraft, deren Dasein Newton in seinem unssterblichen Werke der Principien (einer allgemeinen Naturlehre) entwickelt hat, ist fast gleichzeitig gewesen mit den durch die Infinitesimal-Rechnung eröffneten Wegen zu neuen mathematischen Entdeckungen. Die Geistesarbeit zeigt sich in ihrer erhabensten Größe da, wo sie, statt äußerer materieller Mittel zu bedürfen, ihren Glanz allein von dem erhält, was der mathematischen Gedankenentwicklung, der reinen Abstraction entquilt. Es wohnet inne ein fesselnder, von dem ganzen Alterthum gefeierter Zauber ¶) in der Anschauung mathematischer Wahrheiten, der ewigen Verhältnisse der Zeit und des Raumes, wie sie sich in Tönen und Zahlen und Linien offenbaren. Die Vervollkommenung eines geistigen Werkzeuges der Forschung, der Analysis, hat die gegenseitige Befruchtung der Ideen, welche eben so wichtig als der Reichthum ihrer Erzeugung ist, mächtig befördert. Sie hat der physischen Weltanschauung in ihrer irdischen und himmlischen Sphäre (in den periodischen Schwankungen der Oberfläche des Weltmeeres, wie in den wechselnden Störungen der Planeten) neue Gebiete von ungemessenem Umfange eröffnet.

*) Rossmos Bb. I. S. 83.

†) Delambre, Hist. de l'Astronomie mod. T. II. p. 601.

‡) Rossmos Bb. I. S. 82. Den Prioritätsstreit über die Abplattung in Hinsicht auf eine von Huygens in der Pariser Akademie 1669 vorgelesene Abhandlung hat zuerst Delambre aufgeklärt in seiner Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. LII und T. II. p. 558. Richer's Rückkunft nach Europa fiel allerdings schon in das Jahr 1673, aber sein Werk wurde erst 1679 gedruckt; und da

Huygens Paris 1682 verließ, so hat er das Additamentum zu der sehr veränderten publicirten Abhandlung von 1669 erst dann geschrieben, als er schon die Resultate von Richer's Pendelversuchen und von Newton's großem Werke: Philosophiae Naturalis Principia mathematica vor Augen hatte.

||) Bessel in Schumacher's Jahrbuch für 1843 S. 32.

¶) Wilhelm's von Humboldt gesammelte Werke Bb. I. S. 11.

VIII.

Ulickblick auf die Reihenfolge der durchlaufenen Perioden. — Einfluß äußerer Ereignisse auf die sich entwickelnde Erkenntniß des Weltganzen. — Vielseitigkeit und innigere Verflechtung der wissenschaftlichen Bestrebungen in der neuesten Zeit. — Die Geschichte der physischen Wissenschaften schmilzt allmählig mit der Geschichte des Kosmos zusammen.

Ich nähere mich dem Ende eines vielgewagten, inhaltsschweren Unternehmens. Mehr als zwei Jahrtausende sind durchlaufen worden, von den frühen Zuständen der Cultur unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeeres und die fruchtbaren Stromgebiete des westlichen Asiens umwohnten, bis zu dem Anfange des letztverflossenen Jahrhunderts, also bis zu einer Zeit, in der Ansichten und Gefühle sich schon mit den unsrigen verschmelzen. Ich habe in sieben scharf von einander geschiedenen Abtheilungen, gleichsam in der Reihenfolge von eben so viel einzelnen Gemälden, die Geschichte der physischen Weltanschauung, d. h. die Geschichte der sich allmählig entwickelnden Erkenntniß des Weltganzen, darzustellen geglaubt. Ob es einigermaßen gelungen ist, die Masse des angehäuften Stoffes zu beherrschen, den Charakter der Hauptepochen aufzufassen, die Wege zu bezeichnen, auf denen Ideen und Gesittung zugeführt worden sind: darf, in gerechtem Mißtrauen der ihm übrig gebliebenen Kräfte, der nicht entscheiden, dem mit Klarheit nur in allgemeinen Zügen der Entwurf zu einem so großen Unternehmen vor der Seele schwebte.

Ich habe bereits in dem Eingange zu der arabischen Epoche, als ich den mächtigen Einfluß zu schildern begann, den ein der europäischen Civilisation eingemischtes fremdartiges Element ausgeübt, die Grenze angegeben, über welche hinaus die Geschichte des Kosmos mit der der physischen Wissenschaften zusammenfällt. Die geschichtliche Erkenntniß der allmählichen Erweiterung des Naturwissens in beiden Sphären, der Erd- und Himmelskunde, ist nach meiner Ansicht an bestimmte Perioden, an gewisse räumlich und intellectuell wirkende Ereignisse gebunden, die jenen Perioden Eigenthümlichkeit und Färbung verleihen. Solche Ereignisse waren die Unternehmungen, welche in den Pontus führten und jenseits des Phasis ein anderes Seeufer ahnden ließen; die Expeditionen nach tropischen Gold- und Welthrauchländern; die Durchschiffung der westlichen Meerenge, oder Eröffnung der großen maritimen Völkerstraße, auf der in langen Zeitabständen Cerne und die Hesperiden, die nördlichen Zinn- und Bernsteininseln, die vulkanischen Azoren und der Neue Continent des Columbus, südlich von den alten scandinavischen Ansiedelungen, entdeckt wurden. Auf die Bewegungen, welche aus dem Becken des Mittelmeeres und dem nördlichsten Ende des nahen arabischen Meerbusens ausgingen, auf die Pontus- und Ophirfahrten, folgen in meiner historischen Schilderung die Heerzüge des Macedoniers und sein Versuch den Westen mit dem Osten zu verschmelzen; die Wirkungen des indischen Seehandels und der alexandrinischen Institute unter den Lagiden; die Weltherrschaft der Römer unter den Cäsaren; der folgenreiche Gang der Araber zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften, zu astronomischem, mathematischem und praktisch-chemischem Wissen. Mit der Besitznahme einer ganzen Erdhälfte, welche verhüllt lag, mit den größten Entdeckungen im Raume, welche je den Menschen geglückt, ist für mich die Reihe der Ereignisse und Begebenheiten geschlossen, die plötzlich den Horizont der Ideen erweitert, zum Erforschen von physischen Wesen angeregt, das Streben nach dem endlichen Erfassen des Weltganzen belebt haben. Die Intelligenz bringt fortan, wie wir schon oben angedeutet, Großes ohne Anregung durch Begebenheiten, als Wirkung eigener innerer Kraft, gleichzeitig nach allen Richtungen hervor.

Unter den Werkzeugen, gleichsam neuen Organen, die der Mensch sich geschaffen und welche das sinnliche Wahrnehmungsvermögen erhöhen, hat eines jedoch wie ein plötzliches Ereigniß gewirkt. Durch die raumburchdringende Eigenschaft des Fernrohrs wird, fast wie auf einmal, ein beträchtlicher Theil des Himmels erforscht, die Zahl der erkannten Welt-

Körper vermehrt, ihre Gestalt und Bahn zu bestimmen versucht. Die Menschheit gelangt jetzt erst in den Besitz der „himmlischen Sphäre“ des Kosmos. Ein siebenter Abschnitt der Geschichte der Weltanschauung konnte auf die Wichtigkeit dieser Besitznahme und auf die Einheit der Bestrebungen gegründet werden, welche der Gebrauch des Fernrohrs hervorrief. Vergleichen wir mit der Erfindung dieses optischen Werkzeuges eine andere große Erfindung und zwar der neueren Zeit, die der Volta'schen Säule, wie den Einfluß, den dieselbe auf die scharfsinnige electro-chemische Theorie, auf die Darstellung der Alkali- und Erdmetalle und auf die lange ersehnte Entdeckung des Electro-Magnetismus ausübt; so gelangen wir an eine Verketzung nach Willkür hervorzurufender Erscheinungen, die nach vielen Seiten tief in die Erkenntniß des Waltens der Naturkräfte eingreift, aber mehr einen Abschnitt in der Geschichte der physischen Disciplinen als unmittelbar in der Geschichte der kosmischen Anschauungen bildet. Eben diese vielseitige Verknüpfung alles jetzigen Wissens erschwert die Absonderung und Umgrenzung des Einzelnen. Den Electro-Magnetismus haben wir ja neuerlich selbst auf die Richtung des polarisirenden Lichtstrahls wirken sehen, Modificationen hervorbringend wie chemische Mischungen. Wo durch die Geistesarbeit des Jahrhunderts alles im Werden begriffen scheint, ist es eben so gefährvoll, in den intellectuellen Proceß einzugreifen und das unaufhaltsam Fortschreitende wie am Ziele angelangt zu schildern als, bei dem Bewußtsein eigener Beschränktheit sich über die relative Wichtigkeit ruhmvoller Bestrebungen der Mitlebenden oder Nächstjüngstebenen auszusprechen.

In den historischen Betrachtungen habe ich fast überall bei Angabe der frühen Reime des Naturwissens den Grad der Entwidlung bezeichnet, zu dem sie in der neuesten Zeit gelangt sind. Der dritte Theil meines Werkes liefert zur Erläuterung des allgemeinen Naturgemäldes die Ergebnisse der Beobachtung, auf welche der jetzige Zustand wissenschaftlicher Meinungen hauptsächlich gegründet ist. Vieles, das man nach andern Ansichten der Composition eines Buches von der Natur, als die meinigen sind, hier vermissen kann, wird dort seinen Platz finden. Durch den Glanz neuer Entdeckungen angeregt, mit Hoffnungen genährt, deren Täuschung oft spät erst eintritt, wähnt jedes Zeitalter dem Culminationspunkte im Erkennen und Verstehen der Natur nahe gelangt zu sein. Ich bezweifle, daß bei erstem Nachdenken ein solcher Glaube den Genuß der Gegenwart wahrhaft erhöhe. Belebender und der Idee von der großen Bestimmung unseres Geschlechtes angemessener ist die Ueberzeugung, daß der eroberte Besitz nur ein sehr unbedeutlicher Theil von dem ist, was bei fortschreitender Thätigkeit und gemeinsamer Ausbildung die freie Menschheit in den kommenden Jahrhunderten erringen wird. Jedes Erforschte ist nur eine Stufe zu etwas Höherem in dem verhängnißvollen Laufe der Dinge.

Was die Fortschritte der Erkenntniß in dem neunzehnten Jahrhundert besonders befördert und den Hauptcharakter der Zeit gebildet hat, ist das allgemeine und erfolgreiche Bemühen den Blick nicht auf das Neu-Errungene zu beschränken, sondern alles früher Berührte nach Maas und Gewicht streng zu prüfen, das bloß aus Analogien Geschlossene von dem Gewissen zu sondern, und so einer und derselben strengen kritischen Methode alle Theile des Wissens, physikalische Astronomie, Studium der irdischen Naturkräfte, Geologie und Alterthumskunde zu unterwerfen. Die Allgemeinheit eines solchen kritischen Verfahrens hat besonders dazu beigetragen die jedesmaligen Grenzen der einzelnen Wissenschaften kenntlich zu machen, ja die Schwäche gewisser Disciplinen aufzudecken, in denen unbegründete Meinungen als Thatsachen, symbolisirende Mythen unter alten Firmen als ernste Theorien auftreten. Unbestimmtheit der Sprache, Uebertragung der Nomenclatur aus einer Wissenschaft in die andere haben zu irrigen Ansichten, zu täuschenden Analogien geführt. Die Zoologie ist lange in ihren Fortschritten dadurch gefährdet worden, daß man in den unteren Thierclassen alle Lebensthätigkeiten an gleichgestaltete Organe wie in den höchsten Thierclassen gebunden glaubte. Noch mehr ist die Kenntniß von der Entwicke-

lungsgeschichte der Pflanzen in den sogenannten kryptogamischen Cormophyten (den Laub- und Lebermoosen, Farren, Lycopodiaceen) oder in den noch niedrigeren Thallophyten (Algen, Flechten, Pilzen) dadurch verdunkelt worden, daß man überall Analogien aus der geschlechtlichen Fortpflanzung des Thierreichs*) zu finden glaubte.

Wenn die Kunst innerhalb des Zauberkreises der Einbildungskraft, recht eigentlich innerhalb des Gemüthes liegt, so beruhet dagegen die Erweiterung des Wissens vorzugsweise auf dem Contact mit der Außenwelt. Dieser wird bei zunehmendem Völkerverkehr mannigfaltiger und inniger zugleich. Das Erschaffen neuer Organe (Werkzeuge der Beobachtung) vermehrt die geistige, oft auch die physische Macht des Menschen. Schneller als das Licht trägt in die weiteste Ferne Gedanken und Willen der geschlossene electrische Strom. Kräfte, deren stilles Treiben in der elementarischen Natur, wie in den zarten Zellen organischer Gewebe, jetzt noch unseren Sinnen entgeht, werden, erkannt, benutzt, zu höherer Thätigkeit erweckt, einst in die unabsehbare Reihe der Mittel treten, welche der Beherrschung einzelner Naturgebiete und der lebendigeren Erkenntniß des Weltganzen näher führen.

*) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik Th. I. 1845 S. 152, Th. II. S. 76; Kunth, Lehrbuch der Botanik Th. I. (1847) S. 91-100 und 505.

Drittes Buch.

Specielle Ergebnisse der Beobachtung in dem Gebiete der kosmischen Erscheinungen.

Einleitung.

Zu dem Ziele hinstrebend, welches ich mir nach dem Maaß meiner Kräfte und dem jetzigen Zustande der Wissenschaften als erreichbar gedacht, habe ich in zwei schon erschienenen Büchern des Kosmos die Natur unter einem zwiefachen Gesichtspunkte betrachtet. Ich habe sie darzustellen versucht zuerst in der reinen Objectivität äußerer Erscheinung, dann in dem Refler eines durch die Sinne empfangenen Bildes auf das Innere des Menschen, auf seinen Ideenkreis und seine Gefühle.

Die Außenwelt der Erscheinungen ist unter der wissenschaftlichen Form eines allgemeinen Naturgemäldes in ihren zwei großen Sphären, der uranologischen und der tellurischen, geschildert worden. Es beginnt dasselbe mit den Sternen, die in den fernsten Theilen des Weltraumes zwischen Nebelflecken aufzustrahlen, und steigt durch unser Planetensystem bis zur irdischen Pflanzendecke und zu den kleinsten, oft von der Luft getragenen, dem unbewaffneten Auge verborgenen Organismen herab. Um das Dasein eines gemeinsamen Bandes, welches die ganze Körperwelt umschlingt, um das Walten ewiger Gesetze und den ursächlichen Zusammenhang ganzer Gruppen von Erscheinungen, so weit derselbe bisher erkannt worden ist, anschaulicher hervortreten zu lassen, mußte die Anhäufung vereinzelter Thatfachen vermieden werden. Eine solche Vorsicht schien besonders da erforderlich, wo sich in der tellurischen Sphäre des Kosmos, neben den dynamischen Wirkungen bewegender Kräfte, der mächtige Einfluß specifischer Stoffverschiedenheit offenbart. In der siderischen oder uranologischen Sphäre des Kosmos sind für das, was der Beobachtung erreichbar wird, die Probleme, ihrem Wesen nach, von bewundernswürdiger Einfachheit; fähig, nach der Theorie der Bewegung, durch die anziehenden Kräfte der Materie und die Quantität ihrer Masse einer strengen Rechnung zu unterliegen. Sind wir, wie ich glaube, berechtigt, die kreisenden Meteor-Asteroiden für Theile unseres Planetensystems zu halten, so setzen diese allein uns, durch ihren Fall auf den Erdbörper, in Contact *) mit unverkennbar ungleichartigen Stoffen des Weltraumes. Ich bezeichne hier die Ursach, weshalb die irdischen Erscheinungen bisher einer mathematischen Gedankenentwicklung minder glücklich und minder allgemein unterworfen worden sind als die, sich gegenseitig störenden und wieder ausgleichenden Bewegungen der Weltkörper, in denen für unsere Wahrnehmung nur die Grundkraft gleichartiger Materie waltet.

Mein Bestreben war darauf gerichtet, in dem Naturgemälde der Erde durch eine bedeutsame Anreicherung der Erscheinungen ihren ursächlichen Zusammenhang ahnden zu

*) Kosmos Buch I. S. 27, 28, 29 und 67.
Humboldt's Kosmos.

lassen. Es wurde der Erdkörper geschildert in seiner Gestalt, seiner mittleren Dichtigkeit, den Abstufungen seines mit der Tiefe zunehmenden Wärmegehaltes, seiner electromagnetischen Strömungen und polarischen Lichtprocesse. Die Reaction des Inneren des Planeten auf seine äußere Rinde bedingt den Inbegriff vulkanischer Thätigkeit, die mehr oder minder geschlossenen Kreise von Erschütterungswellen und ihre, nicht immer bloß dynamischen Wirkungen, die Ausbrüche von Gas, von heißen Wasserquellen und Schlamm. Als die höchste Kraftäußerung der inneren Erdmächte ist die Erhebung feuerspeiender Berge zu betrachten. Wir haben so die Central- und Reihen-Vulkane geschildert, wie sie nicht bloß zerstören, sondern Stoffartiges erzeugen, und unter unseren Augen, meist periodisch, fortfahren, Gebirgsarten (Eruptions-Gestein) zu bilden; wir haben gezeigt, wie, im Contraste mit dieser Bildung, Sediment-Gesteine sich ebenfalls noch aus Flüssigkeiten niederschlagen, in denen ihre kleinsten Theile aufgelöst oder schwebend enthalten waren. Eine solche Vergleichung des Werden, sich als Festes Gestaltenden mit dem längst als Schichten der Erdrinde Erstarrten leitete auf die Unterscheidung geognostischer Epochen, auf eine sichere Bestimmung der Zeitfolge der Formationen, welche die untergegangenen Geschlechter von Thieren und Pflanzen, die Fauna und Flora der Vorwelt, in chronologisch erkennbaren Lebensreihen umhüllen. Entstehung, Umwandlung und Hebung der Erdschichten bedingen epochenweise wechselnd alle Besonderheiten der Naturgestaltung der Erdoberfläche; sie bedingen die räumliche Vertheilung des Festen und Flüssigen, die Ausdehnung und Gliederung der Continental-Massen in horizontaler und senkrechter Richtung. Von diesen Verhältnissen hängen ab die thermischen Zustände der Meeresströme, die meteorologischen Processe in der luftförmigen Umhüllung des Erdkörpers, die typische und geographische Verbreitung der Organismen. Eine solche Erinnerung an die Aneinanderreihung der tellurischen Erscheinungen, wie sie das Naturgemälde dargeboten hat, genügt, wie ich glaube, um zu beweisen, daß durch die bloße Zusammenstellung großer und verwickelt scheinender Resultate der Beobachtung die Einsicht in ihren Causalzusammenhang gefördert wird. Die Deutung der Natur ist aber wesentlich geschwächt, wenn man durch zu große Anhäufung einzelner Thatfachen der Naturschilderung ihre belebende Wärme entzieht.

So wenig nun in einer, mit Sorgfalt entworfenen, objectiven Darstellung der Erscheinungswelt Vollständigkeit bei Aufzählung der Einzelheiten beabsichtigt worden ist, eben so wenig hat dieselbe erreicht werden sollen in der Schilderung des Reflexes der äußeren Natur auf das Innere des Menschen. Hier waren die Grenzen noch enger zu ziehen. Das ungemessene Gebiet der Gedankenwelt, befruchtet seit Jahrtausenden durch die treibenden Kräfte geistiger Thätigkeit, zeigt uns in den verschiedenen Menschenracen und auf verschiedenen Stufen der Bildung bald eine heitere, bald eine trübe Stimmung des Gemüths*), bald zarte Erregbarkeit und bald dumpfe Unempfindlichkeit für das Schöne. Es wird der Sinn des Menschen zuerst auf die Heiligung von Naturkräften und gewisser Gegenstände der Körperwelt geleitet; später folgt er religiösen Anregungen höherer, rein geistiger Art†). Der innere Reflex der äußeren Natur wirkt dabei mannigfaltig auf den geheimnißvollen Proceß der Sprachenbildung‡), in welchem zugleich ursprüngliche körperliche Anlagen und Eindrücke der umgebenden Natur als mächtige mitbestimmende Elemente auftreten. Die Menschheit verarbeitet sich in den Stoff, welchen die Sinne ihr darbieten. Die Erzeugnisse einer solchen Geistesarbeit gehören eben so wesentlich zum Bereich des Kosmos als die Erscheinungen, die sich im Inneren abspiegeln.

Da ein reflectirtes Naturbild unter dem Einfluß aufgeregter schöpferischer Einbildungskraft sich nicht rein und treu erhalten kann; so entsteht neben dem, was wir die wirkliche oder äußere Welt nennen, eine ideale und innere Welt, voll phantastischer, zum Theil

*) A. a. D. Buch I. S. 8 und 9, Buch II. S. 195
196 und 236.

†) A. a. D. Buch II. S. 203-206 und 213-215.

‡) A. a. D. Buch I. S. 189-191, Buch II. S. 244
-246.

symbolischer Mythen, belebt durch fabelhafte Thiergestalten, deren einzelne Glieder den Organismen der jetzigen Schöpfung oder gar den erhaltenen Resten untergegangener Geschlechter *) entlehnt sind. Auch Wunderblumen und Wunderbäume entsprossen dem mythischen Boden: wie nach den Edda-Liedern die riesige Esche, der Weltbaum Yggdrasil, dessen Äste über den Himmel emporstieben, während eine seiner dreifachen Wurzeln bis in die „rauschenden Kesselbrunnen“ der Unterwelt reicht †). So ist das Nebelland physischer Mythen, nach Verschiedenheit der Volksstämme und der Klimate, mit anmuthigen oder mit grauenvollen Gestalten gefüllt. Jahrhunderte lang werden sie durch die Ideenkreise später Generationen vererbt.

Wenn die Arbeit, die ich geliefert, nicht genugsam dem Titel entspricht, den ich oft selbst als gewagt und unvorsichtig gewählt bezeichnet habe; so muß der Tadel der Unvollständigkeit besonders den Theil dieser Arbeit treffen, welcher das geistige Leben im Kosmos, die in die Gedanken- und Gefühlswelt reflectirte äußere Natur, berührt. Ich habe mich in diesem Theile vorzugsweise begnügt, bei den Gegenständen zu verweilen, welche in mir der Richtung lang genährter Studien näher liegen: bei den Äußerungen des mehr oder minder lebhaften Naturgefühls im classischen Alterthum und in der neueren Zeit; bei den Fragmenten dichterischer Naturbeschreibung, auf deren Färbung die Individualität des Volkscharakters und die religiöse, m o n o t h e i s t i s c h e Ansicht des Geschehenen einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt haben; bei dem anmuthigen Zauber der Landschaftsmalerei; bei der Geschichte der physischen Weltanschauung, d. i. bei der Geschichte der in dem Laufe von zwei Jahrtausenden stufenweise entwickelten Erkenntniß des Weltganzen, der Einheit in den Erscheinungen.

Bei einem so vielumfassenden, seinem Zwecke nach zugleich wissenschaftlichen und die Natur lebendig darstellenden Werke darf ein erster, unvollkommener Versuch der Ausführung nur darauf Anspruch machen, daß er mehr durch das wirkte, was er anregt, als durch das, was er zu geben vermag. Ein Buch von der Natur, seines erhabenen Titels würdig, wird dann erst erscheinen, wenn die Naturwissenschaften, trotz ihrer ursprünglichen Unvollendbarkeit, durch Fortbildung und Erweiterung einen höheren Standpunkt erreicht haben, und wenn so beide Sphären des einigen Kosmos (die äußere, durch die Sinne wahrnehmbare, wie die innere, reflectirte, geistige Welt) gleichmäßig an lichtvoller Klarheit gewinnen.

Ich glaube hiermit hinlänglich die Ursachen berührt zu haben, welche mich bestimmen mußten dem allgemeinen Naturgemälde keine größere Ausdehnung zu geben. Dem dritten und vierten Buche des Kosmos ist es vorbehalten, vieles des Fehlenden zu ergänzen und die Ergebnisse der Beobachtung darzulegen, auf welche der jetzige Zustand wissenschaftlicher Meinungen vorzugsweise gegründet ist. Die Anordnung dieser Ergebnisse wird hier wieder die sein, welcher ich nach den früher ausgesprochenen Grundsätzen in dem Naturgemälde gefolgt bin. Ehe ich jedoch zu den Einzelheiten übergehe, welche die speciellen Disciplinen begründen, darf es mir erlaubt sein noch einige allgemeine erläuternde Betrachtungen voranzuschicken. Das unerwartete Wohlwollen, welches meinem Unternehmen bei dem Publicum in weiten Kreisen, in und außerhalb des Vaterlandes geschenkt worden ist, läßt mich doppelt das Bedürfniß fühlen, mich noch einmal auf das bestimmteste über den Grundgedanken des ganzen Werkes und über Anforderungen auszusprechen, die ich schon darum nicht zu erfüllen versucht habe, weil ihre Erfüllung nach meiner individuellen Ansicht unseres empirischen Wissens nicht von mir beabsichtigt werden konnte. An diese

*) M. von Döfers, Ueberreste vorweltlicher Riesenthiere in Beziehung auf asiatische Sagen, in den Abb. der Berl. Akad. 1839 S. 51. Ueber die Meinung des Empedocles von der Ursach des Unterganges der ältesten Thierformen s. Hegel's Geschichte der Philosophie Bd. II. S. 344.

†) Vergl. über den Weltbaum Yggdrasil und den rauschenden (tobenden) Kesselbrunnen Svergel-mir die Deutsche Mythologie von Jacob Grimm 1844 S. 530 und 756, wie Mallet, Northern Antiquities 1847 p. 410, 489, und 492.

rechtfertigenden Betrachtungen reihen sich wie von selbst historische Erinnerungen an die früheren Versuche, den Weltgedanken aufzufinden, der alle Erscheinungen in ihrem Causalzusammenhange auf ein einziges Princip reduciren solle.

Das Grundprincip *) meines Werkes über den Kosmos, wie ich dasselbe vor mehr als zwanzig Jahren in den französischen und deutschen zu Paris und Berlin gehaltenen Vorlesungen entwickelt habe, ist in dem Streben enthalten: die Welterscheinungen als ein Naturganzes aufzufassen; zu zeigen, wie in einzelnen Gruppen dieser Erscheinungen die ihnen gemeinsamen Bedingungen, d. i. das Walten großer Geseze, erkannt worden sind; wie man von den Gesezen zu der Erforschung ihres ursächlichen Zusammenhanges aufsteigt. Ein solcher Drang nach dem Verstehen des Weltplans, d. h. der Naturordnung, beginnt mit Verallgemeinerung des Besondern, mit Erkenntniß der Bedingungen, unter denen die physischen Veränderungen sich gleichmäßig wiederkehrend offenbaren; er leitet zu der denkenden Betrachtung dessen, was die Empirie uns darbietet, nicht aber „zu einer Weltansicht durch Speculation und alleinige Gedankenentwicklung, nicht zu einer absoluten Einheitslehre in Absonderung von der Erfahrung.“ Wir sind, ich wiederhole es hier, weit von dem Zeitpunkt entfernt, wo man es für möglich halten konnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren. Der sichere Weg ist ein volles Jahrhundert vor Francis Bacon schon von Leonardo da Vinci vorgeschlagen und mit wenigen Worten bezeichnet worden: cominciare dall' esperienza e per mezzo di questa scopirne la ragione †). In vielen Gruppen der Erscheinungen müssen wir uns freilich noch mit dem Auffinden von empirischen Gesezen begnügen; aber das höchste, seltenere erreichte Ziel aller Naturforschung ist das Erspähen des Causalzusammenhanges ‡) selbst. Die befriedigendste Deutlichkeit und Evidenz herrschen da, wo es möglich wird das Gesezliche auf mathematisch bestimmbare Erklärungsgründe zurückzuführen. Die physische Weltbeschreibung ist nur in einzelnen Theilen eine Weltklärung. Beide Ausdrücke sind noch nicht als identisch zu betrachten. Was der Geistesarbeit, deren Schranken hier bezeichnet werden, großes und feierliches inwohnt, ist das frohe Bewußtsein des Strebens nach dem Unendlichen, nach dem Erfassen dessen, was in ungemessener, unerschöpflicher Fülle das Seiende, das Werden, das Geschaffene uns offenbart.

Ein solches durch alle Jahrhunderte wirksames Streben mußte oft unter mannigfaltigen Formen zu der Täuschung verführen, das Ziel erreicht, das Princip gefunden zu haben, aus dem alles Veränderliche der Körperwelt, der Inbegriff aller sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen erklärt werden könne. Nachdem lange Zeit hindurch, gemäß der ersten Grundanschauung des hellenischen Volksgeistes, in den gestaltenden, umwandelnden oder zerstörenden Naturkräften das Walten geistiger Mächte in menschlicher Form verehrt ||) worden war, entwickelte sich in den physiologischen Phantasien der ionischen Schule der

*) Kosmos Buch I. S. 20 und 21 und 30–32.

†) A. d. Buch II. S. 343.

‡) In den einleitenden Betrachtungen zum Kosmos Buch I. S. 20 hätte nicht im allgemeinen gesagt werden sollen, „daß in den Erfahrungseigenschaften die Auffindung von Gesezen als das letzte Ziel menschlicher Forschung erscheine.“ Die Beschränkung: „in vielen Gruppen der Erscheinungen“ wäre notwendig gewesen. Die Vorsticht, mit welcher ich mich im zweiten Buche (S. 359 und 381) über das Verhältniß von Newton zu Kepler ausgedrückt habe, kann, glaube ich, keinen Zweifel darüber lassen, daß ich das Auffinden von Naturgesezen und ihre Deutung, d. h. die Erklärung der Phänomene, nicht mit einander verwechselte. Ich sage von Kepler: „Eine reiche Fülle genauer Beobachtungen, von Tycho de Brahe geleistet, begründete die Entdeckung der ewigen Geseze planetarischer Bewegung, die Kepler's Namen einen unerlöschlichen Ruhm bereiteten und, von Newton gebeutet, theoretisch als notwendig erwiesen, in das Lichtreich des Gedankens

(eines denkenden Erkennens der Natur) übertragen wurden;“ von Newton: „Wir endigen mit der Erdgestaltung, wie sie aus theoretischen Schlüssen erkannt worden ist. Newton erhob sich zu der Erklärung des Weltsystems, da es ihm glückte die Kraft zu finden, von deren Wirkung die Kepler'schen Geseze die notwendige Folge sind.“ Vergl. über diesen Gegenstand (on laws and causes) die vortrefflichen Bemerkungen in Sir John Herschel's Address for the sixteenth meeting of the Brit. Assoc. at Cambridge 1845 p. XLII, und Edinb. Rev. Vol. 37. 1848 p. 180–183.

||) In der bewundernswürdigen Stelle (Metaph. XII, 8 pag. 1074 Besser), in welcher Aristoteles von „den Trümmern einer früher einmal gefundenen und dann wieder verlorenen Weisheit“ spricht, heißt es sehr bedeutungsvoll und frei von der Verehrung der Naturkräfte und menschenähnlicher Götter: „viele ist mythisch hinzugefügt, zur Ueberredung der Menge, wie auch der Geseze und anderer nützlicher Zwecke wegen.“

Kein einer wissenschaftlichen Naturbetrachtung. Der Urgrund des Entstehens der Dinge, der Urgrund aller Erscheinungen ward, nach zwei Richtungen*), aus der Annahme concreter, stoffartiger Principien, sogenannter Naturelemente, oder aus Processen der Verdünnung und Verdichtung, bald nach mechanischen, bald nach dynamischen Ansichten, abgeleitet. Die vielleicht ursprünglich indische Hypothese von vier oder fünf stoffartig verschiedenen Elementen ist von dem Lehrgebäude des Empedocles an bis in die spätesten Zeiten allen Naturphilosophen beigemischt geblieben: ein uraltes Zeugniß und Denkmal für das Bedürfniß des Menschen, nicht bloß in den Kräften, sondern auch in qualitativer Wesenheit der Stoffe nach einer Verallgemeinerung und Vereinfachung der Begriffe zu streben.

In der späteren Entwicklung der ionischen Physiologie erhob sich Anaxagoras von Klazomenä von der Annahme bloß bewegender Kräfte der Materie zu der Idee eines von aller Materie gesonderten, ihre gleichartigen kleinsten Theile entmischenden Geistes. Die weltordnende Vernunft (*νοῦς*) beherrscht die continuirlich fortschreitende Weltbildung, den Urquell aller Bewegung und so auch aller physischen Erscheinungen. Durch die Annahme eines centrifugalen Umschwunges†), dessen Nachlassen, wie wir schon oben erwähnt, den Fall der Meteorsteine bewirkt, erklärt Anaxagoras den scheinbaren (ost-westlichen) himmlischen Kreislauf. Diese Hypothese bezeichnet den Ausgangspunkt von Wirbel-Theorien, welche mehr denn zweitausend Jahre später durch Descartes, Huygens und Hooke eine große kosmische Wichtigkeit erhielten. Ob des Klazomeniers weltordnender Geist die Gottheit selbst oder pantheistisch nur ein geistiges Princip alles Naturlebens bezeichnet‡), bleibt diesem Werke fremd.

In einem grossen Contraste mit den beiden Abtheilungen der ionischen Schule steht die, das Universum ebenfalls umfassende, mathematische Symbolik der Pythagoreer. Der Blick bleibt einseitig geheftet in der Welt sinnlich wahrnehmbarer Naturerscheinungen auf das Gesetzmäßige in der Gestaltung (den fünf Grundformen), auf die Begriffe von Zahlen, Maass, Harmonie und Gegensätzen. Die Dinge spiegeln sich in den Zahlen, welche gleichsam eine „nachahmende Darstellung“ (*μίμησις*) von ihnen sind. Die grenzenlose Wiederholbarkeit und Erhöhung der Zahlen ist der Charakter des Ewigen, der Unendlichkeit der Natur. Das Wesen der Dinge kann als Zahlenverhältnisse, ihre Veränderungen und Umbildungen können als Zahlen-Combinationen erkannt werden. Auch Plato's Physik enthält Versuche alle Wesenheit der Stoffe im Weltall und ihrer Verwandlungsstufen auf körperliche Formen und diese auf die einfachsten (triangularen) Flächen-Figuren||) zurückzuführen. Was aber die letzten Principien (gleichsam die Elemente der Elemente) sind, sagt Plato in bescheidenem Mißmuth, „weiss Gott allein, und wer von ihm geliebt wird unter den Menschen.“ Eine solche mathematische Behandlung physischer Erscheinungen, die Ausbildung der Atomistik, die Philosophie des Maasses und der Harmonie, hat noch spät auf die Entwicklung der Naturwissenschaften eingewirkt, auch phantastereiche Entdecker auf Abwege geführt, welche die Geschichte der physischen Weltanschauung bezeich-

*) Die wichtige Verschiedenheit dieser naturphilosophischen Richtungen, *ῥησέως*, ist klar angedeutet in Aristot. Phys. Auscult. I, 4 pag. 187 Bess. (Vergl. Brandis im Rhein. Museum für Philologie Jahrg. III. S. 105.)

†) Rossmos Buch I. S. 66 und Anm. †), Buch II. S. 327 und Anm. *). Eine merkwürdige Stelle des Simplicius p. 491^b setzt die Centripetalkraft deutlich dem Umschwunge, der Centrifugalkraft entgegen. Sie gebt des „Nicht-Gerabfallens der himmlischen Körper, wenn der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten.“ Deshalb wird bei Plutarch de facie in orbe Lunae p. 923 der nicht zur Erde fallende Mond mit „dem

Stein in der Schleuder“ verglichen. Ueber die eigentliche Bedeutung der *περιχώρησις* des Anaxagoras vergl. Schaubach im Anaxag. Clazom. Fragm. 1827 p. 107-109.

‡) Schaubach a. a. D. p. 151-156 und 185-189. Für von dem Geiste, *νοῦς*, beseelt werden auch die Pflanzen gehalten; Aristot. de Plant. I, 1 p. 815 Bess.

||) Vergl. über diesen Theil der mathematischen Physik des Plato: Bösch, de platonico syst. caelestium globorum 1810 et 1811; Martin, Etudes sur le Timée T. II. p. 234-242 und Brandis in der Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. 1. 1844 S. 375.

net. „Es wohnt ein fesselnder, von dem ganzen Alterthume gefeierter Zauber den einfachen Verhältnissen der Zeit und des Raumes inne, wie sie sich in Tönen, in Zahlen und Linien offenbaren*)."

Die Idee der Weltordnung und Weltregierung tritt geläutert und erhaben in den Schriften des Aristoteles hervor. Alle Erscheinungen der Natur werden in den physischen Vorträgen (*Auseultationes physicae*) als bewegende Lebensthätigkeiten einer allgemeinen Weltkraft geschildert. Von dem „unbewegten Bewegter der Welt“ hängt der Himmel und die Natur †) (die tellurische Sphäre der Erscheinungen) ab. Der „Anordner,“ und der letzte Grund aller sinnlichen Veränderungen muß als ein Nicht-Sinnliches, von aller Materie Getrenntes betrachtet werden ‡). Die Einheit in den verschiedenen Kraftäußerungen der Stoffe wird zum Hauptprincipe erhoben, und diese Kraftäußerungen selbst werden stets auf Bewegungen reducirt. So finden wir in dem Buche von der Seele ||) schon den Keim der Undulations-Theorie des Lichtes. Die Empfindung des Sehens erfolgt durch eine Erschütterung, eine Bewegung des Mittels zwischen dem Gesicht und dem gesehenen Gegenstande, nicht durch Ausflüsse aus dem Gegenstande oder dem Auge. Mit dem Sehen wird das Hören verglichen, da der Schall ebenfalls eine Folge der Luftererschütterung ist.

Aristoteles, indem er lehrt, durch die Thätigkeit der denkenden Vernunft in dem Besondern der wahrnehmbaren Einzelheiten das Allgemeine zu erforschen, umfaßt immer das Ganze der Natur, und den inneren Zusammenhang nicht bloß der Kräfte, sondern auch der organischen Gestalten. In dem Buche über die Theile (Organe) der Thiere spricht er deutlich seinen Glauben an die Stufenleiter der Wesen aus, in der sie von niederen zu höheren Formen aufsteigen. Die Natur geht in ununterbrochenem, fortschreitendem Entwicklungsgange von dem Unbelebten (Elementarischen) durch die Pflanzen zu den Thieren über: zunächst „zu dem, was zwar noch kein eigentliches Thier, aber so nahe mit diesem verwandt ist, daß es sich im ganzen wenig von ihm unterscheidet ¶).“ In dem Uebergange der Bildungen „sind die Mittelstufen fast unmerklich**).“ Das große Problem des Kosmos ist dem Stagiriten die Einheit der Natur. „In ihr,“ sagt er ††) mit sonderbarer Lebendigkeit des Ausdrucks, „ist nichts zusammenhanglos Eingeschobenes, wie in einer schlechten Tragödie.“

Das naturphilosophische Streben alle Erscheinungen des einigen Kosmos Einem Erklärungs-Principe unterzuordnen ist in allen physikalischen Schriften des tief sinnigen Weltweisen und genauen Naturbeobachters nicht zu verkennen; aber der mangelhafte Zustand des Wissens, die Unbekanntschaft mit der Methode des Experimentirens, d. h. des Hervorrufens der Erscheinungen unter bestimmten Bedingungen, hinderte selbst kleine

*) Kosmos Buch II. S. 381 Anm. ¶). Vergl. Gruppe über die Fragmente des Archytas 1840 S. 33.

†) Aristot. Polit. VII. 4 p. 1326 und Metaph. XII. 7 pag. 1072, 10 Bess. und XII. 10 pag. 1074, 5. Das Pseudo-Aristotelische Buch de Mundo, welches Osann dem Chrysippus zuschreibt (Kosmos Buch II. S. 197 und Anm. §), enthält ebenfalls (cap. 6 pag. 397) eine sehr herabsetzende Stelle über den Weltordner und Welterhalter.

‡) Die Beweisstellen sind gesammelt in Ritter, Gesch. der Philosophie Th. III. S. 185–191.

§) Vergl. Aristot. de anima II. 7 pag. 419. In dieser Stelle ist die Analogie mit dem Schalle auf das deutlichste ausgedrückt; aber in anderen Schriften hat Aristoteles seine Theorie des Sehens mannigfach modificirt. So heißt es de Insomniis cap. II p. 459 Besser: „Es ist offenbar, daß das Sehen, wie ein Reiben, so auch eine Thätigkeit ist, und daß das Gesicht nicht allein von der Luft (dem Mittel) etwas erleidet, sondern auch in das Mittel einwirkt.“ Zum Beweise wird an-

geführt, daß ein neuer, sehr reiner Metallspiegel unter gewissen Umständen, durch den darauf geworfenen Bild einer Frau, schwer zu vertigende Nebelstellen erhält. (Vergl. damit Martin, Etudes sur le Timée de Platon T. II. p. 159–163.)

¶) Aristot. de partibus anim. lib. IV cap. 5 pag. 681 lin. 12 Besser.

**) Aristot. Hist. Anim. lib. IX cap. 1 pag. 588 lin. 10–24 Besser. Wenn im Thierreiche unter den Repräsentanten der vier Elemente auf unserer Erde einige fehlen, z. B. die, welche das Element des reinsten Feuers darstellen, so können vielleicht diese Mittelstufen im Monde vorkommen (Diese, die Phil. des Aristoteles Bd. II. S. 186). Sonderbar genug, daß der Stagirit in einem anderen Planeten sucht, was wir als Mittelglieder der Kette in den untergegangenen Formen von Thier- und Pflanzenarten finden!

††) Aristot. Metaph. lib. XIII cap. 3 pag. 1090 lin. 20 Besser.

Gruppen physischer Prozesse in ihrem Causalzusammenhange zu erfassen. Alles wurde reducirt auf die immer wiederkehrenden Gegensätze von Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Dürre, primitiver Dichtigkeit und Dünne; ja auf ein Bewirken von Veränderungen in der Körperwelt durch eine Art innerer Entzweiung (Antiperistase), welche an unsere jetzigen Hypothesen der entgegengesetzten Polarität, an die hervorgerufenen Contaste von + und — erinnert*). Die vermeinten Lösungen der Probleme geben dann die Thatfachen selbst verhüllt wieder, und der sonst überall so mächtig concise Styl des Stagiriten geht in der Erklärung meteorologischer oder optischer Prozesse oft in selbstgefällige Breite und etwas hellenische Vielredendheit über. Da der aristotelische Sinn wenig auf Stoff-Ver-schiedenheit, vielmehr ganz auf Bewegung gerichtet ist; so tritt die Grundidee, alle tellurischen Naturerscheinungen dem Impuls der Himmelsbewegung, dem Umschwung der Himmelsphäre zuzuschreiben, wiederholt hervor: gehubet, mit Vorliebe gepflegt †), aber nicht in absoluter Schärfe und Bestimmtheit dargestellt.

Der Impuls, welchen ich hier bezeichne, deutet nur die Mittheilung der Bewegung als den Grund aller irdischen Erscheinungen an. Pantheistische Ansichten sind ausgeschlossen. Die Gottheit ist die höchste „ordnende Einheit, welche sich in allen Kreisen der gesamten Welt offenbart, jedem einzelnen Naturwesen die Bestimmung verleiht, als absolute Macht alles zusammenhält ‡).“ Der Zweckbegriff und die teleologischen Ansichten werden nicht auf die untergeordneten Naturprozesse, die der anorganischen, elementarischen Natur, angewandt, sondern vorzugsweise auf die höheren Organisationen ||) der Thier- und Pflanzenwelt. Auffallend ist es, daß in diesen Lehren die Gottheit sich gleichsam einer Anzahl von Astralgeistern bedient, welche (wie der Massenvertheilung und der Perturbationen kundig) die Planeten in den ewigen Bahnen zu erhalten wissen ¶). Die Gestirne offenbaren dabei das Bild der Göttlichkeit in der sinnlichen Welt. Des kleinen, Pseudo-Aristotelischen, gewiß stoischen Buches vom Kosmos ist hier, trotz seines Namens, nicht Erwähnung geschehen. Es stellt zwar, naturbeschreibend und oft mit rhetorischer Lebendigkeit und Färbung, zugleich Himmel und Erde, die Strömungen des Meeres und des Luftkreises dar; aber es offenbart keine Tendenz, die Erscheinungen des Kosmos auf allgemeine physikalische, d. h. in den Eigenschaften der Materie gegründete, Principien zurückzuführen.

Ich habe länger bei der glänzenden Epoche der Naturansichten des Alterthums ver-

*) Die *ἀντιπερίστασις* des Aristoteles spielt besonders eine große Rolle in allen Erklärungen meteorologischer Prozesse; so in den Werken: de generatione et interitu lib. II cap. 3 p. 330, den Meteorologicis lib. I cap. 12 und lib. III cap. 3 p. 372, und den Problemen (lib. XIV cap. 3, lib. VIII no. 9 p. 388 und lib. XIV no. 3 p. 909), die wenigstens nach aristotelischen Grundsätzen abgefaßt sind. In der alten Polaritätshypothese *κατ' ἀντιπερίστασιν* ziehen sich aber gleichartige Zustände an und ungleichartige (+ und —) stoßen sich entgegengefaßt ab (vergl. Zeller, Meteorol. veterum Graec. et Rom. 1832 p. 10). Die entgegengefaßten Ränder, statt sich bindend zu vernichten, erhöhen vielmehr die Spannung. Das *ψυχρόν* steigert das *θερμόν*; so wie umgekehrt „die umgebende Wärme bei der Sagenbildung, indem das Gewölß sich in wärmere Luftschichten senkt, den kalten Körper noch kälter macht.“ Aristoteles erklärt durch seinen antiperistatischen Proceß, durch Wärme-Polarität, was die neuere Physik durch Leitung, Strahlung, Verbampfung, Veränderung der Wärme-Capacität zu erklären weiß. S. die scharfsinnigen Betrachtungen von Paul Erman in den Abhandl. der Berliner Akademie auf das Jahr 1825 S. 128.

†) „Durch die Bewegung der Himmelsphäre wird alles Veränderliche in den Naturkörpern, werden alle irdische Erscheinungen hervorgerufen.“ Aristot. Meteor. I, 2 p. 339 und de gener. et corrupt. II, 10 p. 336.

‡) Aristot. de Coelo lib. I. cap. 9 pag. 279, lib. II cap. 3 pag. 286, lib. II. cap. 13 pag. 292 Better (vergl. Diese Bd. I. S. 352–357).

||) Aristot. phys. auscult. lib. II cap. 8 pag. 199, de anima lib. III cap. 12 pag. 434, de Animal. generat. lib. V. cap. 1 pag. 778 Better.

¶) Aristot. Meteor. XII, 8 p. 1074, zu welcher Stelle eine denkwürdige Erläuterung im Commentar des Alexander Aphrodisiensis enthalten ist. Die Gestirne sind nicht seelenlose Körper, sie sind vielmehr als handelnde und lebendige Wesen zu betrachten (Aristot. de Coelo lib. II cap. 12 p. 292). Sie sind das Göttliche unter dem Erscheinenenden *τὰ θεοειδέα τῶν φαινομένων* (Aristot. de Coelo lib. I. cap. 9 p. 278 und lib. II cap. 1 p. 284). In der kleinen Pseudo-Aristotelischen Schrift de Mundo, in welcher oft eine religiöse Stimmung vorherrscht (von der erhaltenden Allmacht Gottes cap. 6 pag. 400), wird der hohe Weiser auch göttlich genannt (cap. 2 pag. 392). Was der phantastereiche Kepler im *Mysterium cosmographicum* (cap. 20 p. 71) „bewegende Geister, animae motrices“, nennt, ist die verworrene Idee einer Kraft (*virtus*) welche in der Sonne (*anima mundi*) ihren Hauptstiß hat, nach den Gesetzen des Lichts in der Entfernung abnimmt und die Planeten in elliptischen Bahnen umtreibt. (Vergl. A. Pelet, Epochen der Gesch. der Menschheit Bd. I. S. 472.)

weilt, um den frühesten Versuchen der Verallgemeinerung die Versuche der neueren Zeit gegenüberzustellen. In der Gedankenbewegung der Jahrhunderte, welche in Hinsicht auf die Erweiterung kosmischer Anschauungen in einem anderen Theile dieses Buches *) geschildert worden ist, zeichnen sich das Ende des dreizehnten und der Anfang des vierzehnten Jahrhunderts aus; aber das Opus majus von Roger Bacon, der Naturspiegel des Vincenz von Beauvais, die physische Geographie (Liber cosmographicus) von Albert dem Großen, das Weltgemälde (Imago Mundi) des Cardinals Petrus de Ailly (Pierre d'Ailly) sind Werke, welche, so mächtig sie auch auf Zeitgenossen gewirkt haben, durch ihren Inhalt nicht dem Titel entsprechen, den sie führen. Unter den italiänischen Vegnern der Aristotelischen Physik wird Bernardino Telesio aus Cosenza als der Gründer einer rationellen Naturwissenschaft bezeichnet. Alle Erscheinungen der sich passiv verhaltenden Materie werden von ihm als Wirkungen zweier unkörperlichen Principien (Thätigkeiten, Kräfte), von Wärme und Kälte, betrachtet. Auch das ganze organische Leben, die „beseelten“ Pflanzen und Thiere, sind das Product jener ewig entzweiten Kräfte: von denen vorzugsweise die eine, die Wärme, der himmlischen; die andere, die Kälte, der irdischen Sphäre zugehört.

Mit noch ungezügelterer Phantasie, aber auch mit tiefem Forschungsgeiste begabt, versucht Giordano Bruno aus Nola in drei Werken †): *De la Causa, Principio e Uno*; *Contemplationi circa lo Infinito, Universo e Mondi innumerabili*; und *De Minimo et Maximo*, das Weltganze zu umfassen. In der Naturphilosophie des Telesio, eines Zeitgenossen des Copernicus, erkennt man wenigstens das Bestreben, die Veränderungen der Materie auf zwei ihrer Grundkräfte zu reduciren, „welche zwar als von außen wirkend gedacht werden,“ doch ähnlich sind den Grundkräften der Anziehung und Abstoßung in der dynamischen Naturlehre von Bosowich und Kant. Die kosmischen Ansichten des Nolaners sind rein metaphysisch; sie suchen nicht die Ursachen der sinnlichen Erscheinungen in der Materie selbst, sondern berühren „die Unendlichkeit des mit selbstleuchtenden Welten gefüllten Raumes, die Beseeltheit dieser Welten, die Beziehungen der höchsten Intelligenz, Gottes, zu dem Universum.“ Mit geringem mathematischen Wissen ausgerüstet, war Giordano Bruno doch bis zu seinem furchtbaren Martertode ‡) ein enthusiastischer Bewunderer von Copernicus, Tycho und Kepler. Zeitgenosse des Galilei, erlebte er nicht die Erfindung des Fernrohrs von Hans Lippershey und Zacharias Jansen, und also auch nicht die Entdeckung der „kleinen Jupiterswelt,“ der Venus-Phasen und der Nebelflecke. Mit kühner Zuversicht auf das, was er nennt *lume interno, ragione naturale, altezza dell' intelletto*, überließ er sich glücklichen Ahnungen über die Bewegung der Fixsterne, die planetenartige Natur der Cometen und die von der Kugelform abweichende Gestalt der Erde §). Auch das griechische Alterthum ist voll von solchen uranologischen Verheißungen, die später erfüllt wurden.

In der Gedankenentwicklung über kosmische Verhältnisse, deren Hauptformen und Hauptepochen hier aufgezählt werden, war Kepler, volle 78 Jahre vor dem Erscheinen von Newton's unsterblichem Werke der *Principia philosophiae naturalis*, einer mathematischen Anwendung der Gravitations-Lehre am nächsten. Wenn der Effektiker Simplicius bloß

*) Kosmos Buch II. S. 318–324.

†) Vergl. die scharfsinnige und gelehrte Bearbeitung der Werke des Philosophen von Nola in der Schrift: *Jordano Bruno par Christian Bartholmæss* T. II. 1847 p. 129, 149 und 201.

‡) Verbrannt zu Rom am 17. Februar 1600, nach der Sentenz: *ut quam elementissime et citra sanguinis effusione puniretur*. Bruno war 6 Jahre unter den Bleibähern in Venedig, zwei Jahre in der Inquisition zu Rom gefangen gewesen. Als das Todesurtheil ihm verkündigt ward, sagte der nicht gebeugte Mann die schönen, murhigen Worte: *majori forsitan cum timore contentiam in me fortis, quam ego accipiam*. Aus Italien flüchtig (1580), lehrte er in Genf, in Lyon, Toulouse, Paris, Oxford, Marburg, Wittenberg (das

er Deutschlands Aken nennt), Prag, Helmstedt, wo er 1589 die wissenschaftliche Ausbildung des Herzogs Heinrich Julius von Braunschweig-Wolfenbüttel vollendete (*Bartholmæss* T. I. p. 167–178), und seit 1592 in Padua.

§) *Bartholmæss* T. II. p. 219, 232 und 370. Ueber die große Himmelsbegebenheit des plötzlich (1572) in der Cassiopea auflodernden neuen Sternes hat Bruno die einzelnen Beobachtungen sorgfältig zusammengestellt. Seine naturphilosophischen Beziehungen zu zweien seiner calabresischen Landsleute, Bernardino Telesio und Thomas Campanella, wie zu dem platonisirenden Cardinal Nicolaus Krebs aus Lusa (s. Kosmos Buch II. S. 358) sind in neueren Zeiten vielfach geprüft worden.

im allgemeinen den Grundsatz aussprach, „das Nicht-Herabfallen der himmlischen Körper werde dadurch bewirkt, daß der Umschwung (die Centrifugalkraft) die Oberhand habe über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten;“ wenn Joannes Philoponus, ein Schüler des Ammonius Hermæa, die Bewegung der Weltkörper „einem primitiven Stoße und dem fortgesetzten Streben zum Falle“ zuschrieb; wenn, wie wir schon früher bemerkt, Copernicus nur den allgemeinen Begriff der Gravitation, wie sie in der Sonne als dem Centrum der Planetenwelt, in der Erde und dem Monde wirke, mit den denkwürdigen Worten bezeichnet: *gravitatem non aliud esse quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant, in formam globi coeuntes*: so finden wir bei Kepler in der Einleitung zu dem Buche *de Stella Martis* *) zuerst numerische Angaben von den Anziehungskräften, welche nach Verhältniß ihrer Massen Erde und Mond gegen einander ausüben. Er führt bestimmt Ebbe und Fluth †) als einen Beweis an, daß die anziehende Kraft des Mondes (*virtus tractoria*) sich bis zur Erde erstrecke; ja daß diese Kraft, „ähnlich der, welche der Magnet auf das Eisen ausübt,“ die Erde des Wassers berauben würde, wenn diese aufhörte dasselbe anzuziehen. Leider gab der große Mann zehn Jahre später, vielleicht aus Nachgiebigkeit gegen Galilei, welcher Ebbe und Fluth der Rotation der Erde zuschrieb, die richtige Erklärung auf, um in der *Harmonice Mundi* den Erdkörper als ein lebendiges Unthier zu schildern, dessen wallfischartige *Respiration*, in periodischem, von der Sonnenzeit abhängigen Schlaf und Erwachen, das Anschwellen und Sinken des Oceans verursacht. Bei dem mathematischen, schon von Laplace anerkannten Tiefsinne, welcher aus einer von Kepler's Schriften hervorleuchtet ‡), ist zu bedauern, daß der Entdecker von den drei großen Gesetzen aller planetarischen Bewegung nicht auf dem Wege fortgeschritten ist, zu welchem ihn seine Ansichten über die Massen-Anziehung der Weltkörper geleitet hatten.

Mit einer größeren Mannigfaltigkeit von Naturkenntnissen als Kepler begabt und Gründer vieler Theile einer mathematischen Physik, unternahm Descartes in einem Werke, das er *Traité du Monde*, auch *Summa Philosophiae* nannte, die ganze Welt der Erscheinungen, die himmlische Sphäre und alles, was er von der belebten und unbelebten irdischen Natur wußte, zu umfassen. Der Organismus der Thiere, besonders der des Menschen, für welchen er eif Jahre lang ||) sehr ernste anatomische Studien gemacht, sollte das Werk

*) „Si duo lapides in aliquo loco Mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati corporis; illi lapides ad similitudinem duorum Magneticorum corporum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta est alterius moles in comparatione. Si luna et terra non retinerentur vi animali (!) aut alia aliqua sequipollente, quaelibet in suo circuito, Terra adscenderet ad Lunam quinquagesima quarta parte intervalli, Luna descenderet ad Terram quinquaginta tribus circiter partibus intervalli; ibi jungerentur, posito tamen quod substantia utriusque sit unus et ejusdem densitas.“ Kepler, *Astronomia nova, seu Physica coelestis de Motibus Stellarum Martis* 1609 Introd. fol. V. Ueber die älteren Ansichten von der Gravitation s. Rosmos Buch II. S. 357 und Anm.

†) „Si Terra cessaret attrahere ad se aquas suas, aquae marinae omnes eleventur et in corpus Lunae insuerent. Orbis virtutis tractoriae, quae est in Luna, porrigitur usque ad terras, et prolecat aquas quaecunque in verticem loci incidit, sub Zonam torridam, quippe in occursum suum quaecunque in verticem loci incidit, insensibiliter in maribus inclusit, sensibiliter ibi, ubi sunt latissimi alvei Oceani propinqui, aquisque spaciola reciprocationis libertas.“ (Kepler l. c.) „Undas a Luna trahi ut ferrum a Magnete...“ Kepleri *Harmonices Mundi* libri

quinque 1619 lib. IV cap. 7 p. 162. Dieselbe Schrift, welche so viel herrliches darbietet, ja, die Begründung des wichtigen dritten Gesetzes (nach dem die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten sich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen), wird durch die mutwilligsten Phantasiespiele über die *Respiration*, die Nahrung und die Wärme des Erdthieres, über des Thieres Seele, sein Gedächtniß (*memoria animae Terrae*), ja seine schaffende Einbildungskraft (*animae Telluris imaginatio*) verunstaltet. Der große Mann hielt so fest an diesen Träumereien, daß er mit dem mythischen Verfasser des *Microcosmos*, Robert Fludd aus Oxford (der an der Erfindung des Thermometers Theil haben soll), über das Prioritätsrecht der Ansichten vom Erdthiere ernsthaft haberte (*Harm. Mundi* p. 262.) — Massen-Anziehung wird in Kepler's Schriften oft mit magnetischer Anziehung verwechselt. „Corpus Solis esse magneticum. Virtutem, quae Planetas movet, residere in corpore Solis.“ (*Stella Martis Pars III cap. 32 und 34.*) Jedem Planeten wurde eine Magnetachse zugesprochen, welche stets nach einer und derselben Weltgegend gerichtet ist. (Apelt, Joh. Kepler's astron. Weltansicht 1849 S. 73.)

‡) Vergl. Rosmos Buch II. S. 367 und Anm.

||) La vie de Mr. Des-Cartes (par Baillet) 1691 P. I. p. 197 und Oeuvres de Descartes publiées par Victor Cousin T. I. 1824 p. 101.

beschließen. In der Correspondenz mit dem Vater Mersenne findet man häufige Klagen über das langsame Fortschreiten der Arbeit und über die Schwierigkeit, so viele Materien an einander zu reihen. Der Kosmos, den Descartes immer seine Welt (son Monde) nannte, sollte endlich am Schlusse des Jahres 1633 dem Druck übergeben werden, als das Gerücht von der Verurtheilung Galilei's in der Inquisition zu Rom, welches erst vier Monate später, im October 1633, durch Gassendi und Bouillaud verbreitet wurde, alles rückgängig machte und die Nachwelt eines großen, mit so viel Mühe und Sorgfalt vollendeten Werkes beraubte. Die Motive der Nicht-Herausgabe des Kosmos waren Liebe zu friedlicher Ruhe im einsamen Aufenthalte zu Deventer, wie die fromme Besorgniß unehrerbietig gegen die Decrete des heiligen Stuhles wider die planetarische Bewegung der Erde zu sein *). Erst 1664, also vierzehn Jahre nach dem Tode des Philosophen, wurden einige Fragmente unter dem sonderbaren Titel: *Le Monde ou Traité de la Lumière* gedruckt †). Die drei Capitel, welche vom Lichte handeln, bilden doch kaum ein Viertel des Ganzen. Dagegen wurden die Abschnitte, welche ursprünglich zu dem Kosmos des Descartes gehörten und Betrachtungen über die Bewegung und Sonnenferne der Planeten, über den Erdmagnetismus, die Ebbe und Fluth, das Erdbeben und die Vulkane enthalten, in den dritten und vierten Theil des berühmten Werkes *Principes de la Philosophie* versetzt.

Der Kosmotheoros von Huygens, der erst nach seinem Tode erschienen ist, verdient, trotz seines bedeutungsvollen Namens, in dieser Aufzählung kosmologischer Versuche kaum genannt zu werden. Es sind Träume und Ahnungen eines großen Mannes über die Pflanzen- und Thierwelt auf den fernsten Weltkörpern, besonders über die dort abgeänderte Gestalt des Menschengeschlechts. Man glaubt Kepler's *Somnium astronomicum* oder Kircher's ecstatische Reise zu lesen. Da Huygens schon, ganz wie die Astronomen unserer Zeit, dem Monde alles Wasser ‡) und alle Luft versagte, so ist er über die Existenz des Mondmenschen noch verlegener als über die Bewohner der „dunst- und wolkenreichen“ ferneren Planeten.

Dem unsterblichen Verfasser des Werkes *Philosophiae naturalis Principia mathematica* gelang es, den ganzen uranologischen Theil des Kosmos durch die Annahme einer einzigen alles beherrschenden Grundkraft der Bewegung in dem Causalzusammenhange seiner Erscheinungen zu erfassen. Newton zuerst hat die physische Astronomie zu der Lösung eines großen Problems der Mechanik, zu einer mathematischen Wissenschaft erhoben. Die Quantität der Materie in jeglichem Weltkörper giebt das Maas seiner anziehenden Kraft: einer Kraft, die in umgekehrtem Verhältniß des Quadrats der Entfernung wirkt und die Größe der Störungen bestimmt, welche nicht bloß die Planeten, sondern alle Gestirne der Himmelsräume auf einander ausüben. Aber das newtonische, durch Einfachheit und Allgemeinheit so bewundernswürdige Theorem der Gravitation ist in seiner kosmischen Anwendung nicht auf die uranologische Sphäre beschränkt, es beherrscht auch die tellurischen Erscheinungen in zum Theil noch unerforschten Richtungen; es giebt den Schlüssel zu periodischen Bewegungen im Ocean und in der Atmosphäre ||), zu der Lösung von

*) *Lettres de Descartes* au P. Mersenne du 19 Nov. 1633 et du 5 Janvier 1634 (Baillet P. I. p. 244–247.)

†) Die lateinische Uebersetzung führt den Titel: *Mundus sive Dissertatio de Lumine ut et de aliis Sensuum Objectis primariis*. S. R. Descartes, *Opera posthuma physica et mathematica* Amst. 1704.

‡) „Lunam aquis carere et aëre: Marium similitudinem in Luna nullam reperio. Nam regiones planas quae montosis multo obscuriores sunt, quasque vulgo pro maribus haberi video et oceanorum nominibus insigniri, in his ipsis, longiore telescopio inspectis, cavitates exiguae inesse comperio rotundas, umbris intus cadentibus; quod maris superficie convenire nequit; tam ipsi campi illi latiores non prorsus aequabilem superficiem praefere-

runt, cum diligentius eas intuemur. Quodcirca maria esse non possunt, sed materia constare debent minus candicante, quam quae est partibus asperioribus, in quibus rursus quaedam viridiori lumine caeteras praescollunt.“ Hugenii *Cosmotheoros* ed. alt. 1699 lib. II p. 114. Auf dem Jupiter vermutet aber Huygens viel Sturm und Regen, denn: ventorum flatus ex illa nubium Jovialium mutabili facie cognoscitur (lib. I. p. 69). Die Träume von Huygens über die Bewohner ferner Planeten, eines strengen Mathematikers eben nicht würdig, sind leider von Immanuel Kant in seinem vortrefflichen Werke: *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* 1755 (S. 173–192) erneuert worden.

||) Laplace (*des oscillations de l'atmosphère*,

Problemen der Capillarität, der Endosmose, vieler chemischer, electro-magnetischer und organischer Prozesse. Newton*) selbst unterschied schon die Massenanziehung, wie sie sich in den Bewegungen aller Weltkörper und in den Phänomenen der Ebbe und Fluth äußert, von der Molecular-Anziehung, die in unendlich kleiner Entfernung und bei der innigsten Berührung wirksam wird.

Auf diese Weise zeigt sich unter allen Versuchen, das Veränderliche in der Sinnenwelt auf ein einziges Grundprincip zurückzuführen, die Lehre von der Gravitation als der umfassendste und kosmisch vielversprechendste. Allerdings lassen sich, trotz der glänzenden Fortschritte, welche in neueren Zeiten in der Stöchiometrie (in der Rechenkunst mit chemischen Elementen und in den Volum-Verhältnissen der gemengten Gas=Arten) gemacht sind, noch nicht alle physikalischen Theorien der Stofflehre auf mathematisch bestimmbar Erklärungsgründe zurückführen. Empirische Geseze sind aufgefunden, und nach den weitverbreiteten Ansichten der Atomistik oder Corpuscular-Philosophie ist manches der Mathematik zugänglicher geworden; aber bei der grenzenlosen Heterogenität der Stoffe und den mannigfaltigen Aggregations=Zuständen der sogenannten Massentheilden sind die Beweise jener empirischen Geseze noch keinesweges aus der Theorie der Contact-Anziehung mit der Gewißheit zu entwickeln, welche die Begründung von Kepler's drei großen empirischen Gesezen aus der Theorie der Massen-Anziehung oder Gravitation darbietet.

Zu derselben Zeit aber, in der Newton schon erkannt hatte, daß alle Bewegungen der Weltkörper Folgen einer und derselben Kraft seien, hielt er die Gravitation selbst nicht, wie Kant, für eine Grundkraft der Materie†); sondern entweder für abgeleitet von einer, ihm noch unbekannten, höheren Kraft, oder für Folge eines „Umschwunges des Aethers, welcher den Weltraum erfüllt, und in den Zwischenräumen der Massentheilden dünner ist, nach außen aber an Dichtigkeit zunimmt.“ Die letztere Ansicht ist umständlich in einem Briefe an Robert Boyle ‡) (vom 28. Febr. 1678) entwickelt, welcher mit den Worten endet: „ich suche in dem Aether die Ursach der Gravitation.“ Acht Jahre später, wie man aus einem Schreiben an Halley ersieht, gab Newton diese Hypothese des dünneren und dichteren Aethers gänzlich auf||). Besonders auffallend ist es, daß er neun Jahre vor

du flux solaire et lunaire) in der Mécanique céleste livre IV und in der Exposition du Syst. du Monde 1824 p. 291-296.

*) Adjicere jam licet de spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente et in liisem latente, cujus vi et actionibus particulae corporum ad minimas distantias se mutuo attrahunt et contiguae factae cohaerent. Newton, Principia Phil. nat. (ed. Le Seur et Jacquier 1760) Schol. gen. T. III. p. 676. Vergl. auch Newton, Opticks (ed. 1718) Query 31 p. 305 und 353, 367 und 372. (Laplace, Syst. du Monde p. 384; Kosmos Buch I. S. 27 u. 28 A. *).

†) Hactenus phaenomena caelorum et maris nostri per vim gravitatis exposui, sed causam gravitatis nondum assignavi. Oritur utique haec vis a causa aliqua, quae penetrat ad usque centra solis et planetarum, sine virtutis diminutione; quaeque agit non pro quantitate superficierum particularum, in quas agit (ut solent causae mechanicae), sed pro quantitate materiae solidae.—Rationem harum gravitatis proprietatum ex phaenomenis nondum potui deducere et hypotheses non fingo. Satis est quod gravitas revera existat et agat secundum leges a nobis expositas. Newton, Principia Phil. nat. p. 676. — To tell us that every species of things is endow'd with an occult specifick quality, by which it acts and produces manifest effects, is to tell us nothing: but to derive two or three general principles of motion from phaenomena, and afterwards to tell us how the properties and actions of all corporeal things follow from those manifest principles, would be a very great step in Philosophy, though

the causes of those principles were not yet discovered: and therefore I scruple not to propose the principles of motion and leave their causes to be found out. Newton, Opticks p. 377. Früher, Query 31 p. 351, heißt es: Bodies act one upon another by the attraction of gravity, magnetism and electricity, and it is not improbable that there may be more attractive powers than these. How these attractions may be performed, I do not here consider. What I call attraction, may be performed by impulse, or by some other means unknown to me. I use that word here to signify only in general any force by which bodies tend towards one another, whatsoever be the cause.

‡) I suppose the rarer aether within bodies and the denser without them. Operum Newtoni Tomus IV. (ed. 1782 Sam. Horsley) p. 386, mit Anwendung auf die Erklärung der von Grimaldi entdeckten Diffraction oder Lichtbeugung. Am Schlusse des Briefes von Newton an Robert Boyle vom Febr. 1678 p. 394 heißt es: I shall set down one conjecture more which came into my mind: it is about the cause of gravity. . . . Auch die Correspondenz mit Oldenburg vom December 1675 beweist, daß der große Mann damals den Aether-Hypothesen nicht abgeneigt war. Nach diesen sollte der Stoß des materiellen Lichtes den Aether in Schwingung setzen: die Schwingungen des Aethers allein, welcher Verwandtschaft mit einem Nervenfliuidum hat, erzeugten nicht das Licht. S. über den Streit mit Hooke Horsley T. IV. p. 378-380.

||) Brewster, Life of Sir Isaac Newton p. 303-305.

seinem Tode, 1717, in der so überaus kurzen Vorrede zu der zweiten Auflage seiner *Optik* es für nöthig hielt bestimmt zu erklären, daß er die Gravitation keinesweges für eine Grundkraft der Materie (essential property of bodies) halte*): während Gilbert schon 1600 den Magnetismus für eine aller Materie inwohnende Kraft ansah. So schwankend war der tief sinnigste, immer der Erfahrung zugewandte Denker, Newton selbst, über die „letzte mechanische Ursach“ aller Bewegung.

Es ist allerdings eine glänzende, des menschlichen Geistes würdige Aufgabe, die ganze Naturlehre von den Gesetzen der Schwere an bis zu dem Bildungstriebe in den belebten Körpern als ein organisches Ganzes aufzustellen; aber der unvollkommene Zustand so vieler Theile unseres Naturwissens setzt der Lösung jener Aufgabe unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die Unvollständigkeit aller Empirie, die Unbegrenztheit der Beobachtungssphäre macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie selbst zu erklären, zu einer unbestimmten. Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Wenn wir, um nur an die Fortschritte der uns näheren Zeit zu erinnern, das unvollkommene Naturwissen von Gilbert, Robert Boyle und Hales mit dem jetzigen vergleichen, wir dazu der mit jedem Jahrzehend zunehmenden Schnelligkeit des Fortschrittes gedenken; so erfassen wir die periodischen, endlosen Umwandlungen, welche allen physikalischen Wissenschaften noch bevorstehen. Neue Stoffe und neue Kräfte werden entdeckt werden. Wenn auch viele Naturprocesse, wie die des Lichts, der Wärme und des Electro-Magnetismus, auf Bewegung (Schwingungen) reducirt, einer mathematischen Gedankenentwicklung zugänglich geworden sind; so bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwingbaren Aufgaben von der Ursach chemischer Stoffverschiedenheit, wie von der scheinbar allen Gesetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achsenstellung und Bahn-Excentricität der Planeten, in der Zahl und dem Abstände ihrer Satelliten, in der Gestalt der Continente und der Stellung ihrer höchsten Bergketten. Die hier beispielsweise genannten räumlichen Verhältnisse können bisher nur als etwas thatsächlich in der Natur Daseiendes betrachtet werden. Sind die Ursachen und die Verkettung dieser Verhältnisse noch nicht ergründet, so nenne ich sie darum aber nicht zufällig. Sie sind das Resultat von Begebenheiten in den Himmelsräumen bei Bildung unseres Planetensystems, von geognostischen Vorgängen bei der Erhebung der äußersten Erdschichten als Continente und Gebirgsketten. Unsere Kenntniß von der Urzeit der physikalischen Weltgeschichte reicht nicht hoch genug hinauf, um das jetzt Daseiende als etwas Werdenendes zu schildern †).

Wo demnach der Causalzusammenhang der Erscheinungen noch nicht hat vollständig erkannt werden können, ist die Lehre vom Kosmos oder die physische Weltbeschreibung nicht eine abgesonderte Disciplin aus dem Gebiet der Naturwissenschaften. Sie umfaßt vielmehr dieses ganze Gebiet, die Phänomene beider Sphären, der himmlischen und der

*) Die Erklärung *not to take gravity for an essential property of bodies*, welche Newton im *Second advertisement* giebt, contrastirt mit den *Attractions- und Repulsions-Kräften*, welche er allen *Particellen* (*molecules*) zuschreibt, um nach der *Emissions-Theorie* die Phänomene der Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen von spiegelnden Flächen „vor der wirklichen Berührung“ zu erklären. (Newton, *Opticks Book II. Prop. 8 p. 241* und *Brewster a. a. D. p. 301.*) Nach Kant (s. die *Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft* 1800 S. 28) kann die Existenz der Materie nicht gedacht werden, ohne diese Kräfte der Anziehung und Abstoßung. Alle physischen Erscheinungen sind deshalb nach ihm wie nach dem früheren *Goodwin Knight* (*Philos. Transact. 1748 p. 264*) auf den Conflict der zwei Grundkräfte zurückzuführen. In den atomistischen Systemen, die Kant's dynamischen Ansichten *diametral* entgegengesetzt sind, wurde nach ei-

ner Annahme, welche besonders durch *Lavoisier* sich weit verbreitete, die Anziehungskraft den discreten starren Grundkörperchen (*molecules*), aus denen alle Körper bestehen sollen; die Abstoßungskraft aber den *Wärme- und Atmosphären*, welche die Grundkörperchen umgeben, zugeschrieben. In dieser Hypothese, welche den sogenannten *Wärme- und Atmosphären* als eine stetig ausgebreitete Materie betrachtet, werden demnach zweierlei Materien, d. i. zweierlei Elementarstoffe, wie in der Mythologie von zwei Aether-Arten (*Newton, Opt. Query 28 p. 339*), angenommen. Man fragt dann, was wiederum jene Wärme-Materie ausdehnt? Betrachtungen über die Dichtigkeit der *molecules* in Vergleich mit der Dichtigkeit ihrer Aggregate (der ganzen Körper) leiten nach atomistischen Hypothesen zu dem Resultate: daß der Abstand der Grundkörperchen von einander weit größer als ihr Durchmesser ist.

†) *Kosmos* Buch I. S. 44-46.

tellurischen; aber sie umfaßt sie unter dem einigen Gesichtspunkte des Strebens nach der Erkenntniß eines Weltganzen *). Wie „bei der Darstellung des Geschehenen in der moralischen und politischen Sphäre der Geschichtsforscher †) nach menschlicher Ansicht den Plan der Weltregierung nicht unmittelbar erspähen, sondern nur an den Ideen errathen kann, durch die sie sich offenbaren;“ so durchdringt auch den Naturforscher bei der Darstellung der kosmischen Verhältnisse ein inniges Bewußtsein, daß die Zahl der welttreibenden, der gestaltenden und schaffenden Kräfte keinesweges durch das erschöpft ist, was bisher aus der unmittelbaren Beobachtung und Zergliederung der Erscheinungen ergaben hat.

A.

Ergebnisse der Beobachtung

aus dem uranologischen Theile der physischen Weltbeschreibung.

Wir beginnen wieder mit den Tiefen des Weltraumes und den fernen Sporaden der Sternschwärme, welche dem telescopischen Sehen als schwach aufglühende Nebelflecke erscheinen. Stufenweise steigen wir herab zu den um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisenden, oft zweifarbigen Doppelsternen; zu den näheren Sternschichten, deren eine unser Planetensystem zu umschließen scheint; durch dieses Planetensystem zu dem luft- und meerumflossenen Erdsphäroid, das wir bewohnen. Es ist schon in dem Eingange des allgemeinen Naturgemäldes ‡) angedeutet worden, daß dieser Ideengang dem eigentlichen Charakter eines Werkes über den Kosmos allein angemessen ist: da hier nicht, den Bedürfnissen unmittelbarer sinnlicher Anschauung entsprechend, von dem heimischen, durch organische Kräfte auf seiner Oberfläche belebten, irdischen Wohnsitze begonnen und von den scheinbaren Bewegungen der Weltkörper zu den wirklichen übergegangen werden kann.

Das uranologische Gebiet, dem tellurischen entgegengesetzt, zerfällt bequem in zwei Abtheilungen, von denen die eine die Astrognostie oder den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnen- und Planetensystem umfaßt. Wie unvollkommen und ungenügend eine solche Nomenclatur, die Bezeichnung solcher Abtheilungen ist, braucht hier nicht wiederholt entwickelt zu werden. Es sind in den Naturwissenschaften Namen eingeführt worden, ehe man die Verschiedenartigkeit der Objecte und ihre strengere Begrenzung hinlänglich kannte §). Das wichtigste bleibt die Verkettung der Ideen und die Anreihung, nach der die Objecte behandelt werden sollen. Neuerungen in den Namen der Gruppen, Ablenkung vielgebrauchter Namen von ihrer bisherigen Bedeutung wirken entfremdend und zugleich Verwirrung erregend.

a. Astrognostie (Fixsternhimmel).

Nichts ist ruhend im Weltraum; auch die Fixsterne sind es nicht: wie zuerst Halley ¶) an Sirius, Arcturus und Aldebaran darzuthun versuchte, und die neuere Zeit unwidersprechlich bei vielen erwiesen hat. Der helle Stern im Ochsenhüter Arcturus hat in den 2100 Jahren (seit Aristillus und Hipparch), die er beobachtet wird, um drittheil Voll-

*) A. a. D. Buch I. S. 23, 25 und 27.

†) Wilhelm von Humboldt, gesammelte Werke

Bd. I. S. 23.

‡) Kosmos Buch I. S. 36 und 38.

§) A. a. D. Buch I. S. 27.

¶) Halley in den Philos. Transact. for 1717 Vol. XXX p. 736.

mond-Breiten seinen Ort verändert gegen die benachbarten schwächeren Sterne. Ende bemerkt, „daß der Stern μ in der Cassiopeja um $3\frac{1}{2}$, der Stern 61 des Schwans um 6 Vollmond-Breiten von ihrer Stelle gerückt erschienen sein würden, wenn die alten Beobachtungen genau genug gewesen wären, um es anzuzeigen.“ Schlüsse, auf Analogien gegründet, berechneten zu der Vermuthung, daß überall fortschreitende und auch wohl rotirende Bewegung ist. Der Name Fixsterne leitet auf irrige Voraussetzungen: man mag ihn in seiner ersten Deutung bei den Griechen auf das Eingehesftet-Sein in den krystallinen Himmel, oder nach späterer, mehr römischer Deutung auf das Feste, Ruhende beziehen. Eine dieser Ideen mußte zu der anderen führen. Im griechischen Alterthum, wenigstens hinaufreichend bis Anaximenes aus der ionischen Schule oder bis zu dem Pythagoreer Alcmaeon, wurden alle Gestirne eingetheilt in wandelnde ($\alpha\sigma\tau\alpha$ $\pi\lambda\alpha\nu\acute{o}\mu\epsilon\nu\alpha$ oder $\pi\lambda\alpha\nu\eta\tau\acute{\alpha}$) und in nicht wandelnde, feste Sterne ($\alpha\pi\lambda\alpha\nu\epsilon\iota\varsigma$ $\alpha\sigma\tau\epsilon\rho\epsilon\varsigma$ oder $\alpha\pi\lambda\alpha\nu\eta$ $\alpha\sigma\tau\epsilon\rho\alpha$ *). Neben dieser allgemein gebrauchten Benennung der Fixsterne, welche Macrobius im Somnium Scipionis durch Sphaera aplanis latinisirt †), findet sich bei Aristoteles mehrfach (als wolle er einen neuen terminus technicus durchführen) für Fixsterne der Name eingeheshteter Gestirne, $\epsilon\nu\delta\epsilon\delta\epsilon\mu\epsilon\nu\alpha$ $\alpha\sigma\tau\epsilon\rho\alpha$, statt $\alpha\pi\lambda\alpha\nu\eta$ ‡). Aus dieser Wortform sind entstanden: bei Cicero sidera infixa coelo; bei Plinius stellas, quas putamus affixas; ja bei Manilius astra fixa, ganz wie unsere Fixsterne ||). Die Idee des Eingeheshtet-Seins leitete auf den Nebengriff der Unbeweglichkeit, des fest an einer Stelle Bleibens; und so wurde das ganze Mittelalter hindurch, in lateinischen Uebersetzungen, die ursprüngliche Bedeutung des Wortes infixum oder affixum sidus nach und nach verdrängt, und die Idee der Unbeweglichkeit allein festgehalten. Den Anstoß dazu finden wir schon in der sehr rhetorischen Stelle des Seneca (Nat. Quaest. VII, 24) über die Möglichkeit neue Planeten zu entdecken: credis autem in hoc maximo et pulcherrimo corpore inter innumerabiles stellas, quae noctem decore vario distinguunt, quae aëra minime vacuum et inertem esse patiuntur, quinque solas esse, quibus exercere se liceat; ceteras stare, fixum et immobilem populum? Dies stille, unbewegliche Volk ist nirgends zu finden.

Um die Hauptresultate wirklicher Beobachtung und die Schlüsse oder Vermuthungen, zu welchen diese Beobachtungen führen, bequem in Gruppen zu vertheilen, sendere ich in der astrognostischen Sphäre der Weltbeschreibung von einander ab:

- 1) die Betrachtungen über den Weltraum und was ihn zu erfüllen scheint;
- 2) das natürliche und telescopische Sehen, das Funkeln der Gestirne, die Geschwindigkeit des Lichts und die photometrischen Versuche über die Intensität des Sternenlichtes;
- 3) die Zahl, Vertheilung und Farbe der Sterne; die Sternhaufen (Sternschwärme) und die Milchstraße, die mit wenigen Nebelflecken gemengt ist;
- 4) die neuerschiedenen und die verschwundenen Sterne, die periodisch veränderlichen;
- 5) die eigene Bewegung der Fixsterne, die problematische Existenz dunkler Weltkörper, die Parallaxe und gemessene Entfernung einiger Fixsterne;

* Pseudo-Plut. de plac. Philos. II, 15–16; Stob. Eclog. phys. p. 582; Plato im Tim. p. 40.

† Macrobi. Somn. Scip. I, 9–10; stellae inerrantes bei Cicero de nat. deorum III, 20.

‡ Die Hauptstelle für den technischen Ausdruck $\epsilon\nu\delta\epsilon\delta\epsilon\mu\epsilon\nu\alpha$ $\alpha\sigma\tau\epsilon\rho\alpha$ ist Aristot. de Coelo II, 8 p. 289 lin. 34, p. 290 lin. 19. Besser. Es hatte diese Veränderung der Nomenclatur schon früher bei meinen Untersuchungen über die Optik des Ptolemäus und seine Versuche über die Strahlenbrechung meine Aufmerksamkeit lebhaft auf sich gezogen. Herr Professor Franz, dessen philologische Gelehrsamkeit ich oft und gern benutze, erin-

net, daß auch Ptolemäus (Syntax. VII, 1) von den Fixsternen sagt: $\omega\varsigma\pi\epsilon\rho$ $\pi\rho\omicron\sigma\pi\epsilon\phi\upsilon\kappa\eta\tau\epsilon\varsigma$, wie angeheshtet. Ueber den Ausdruck $\sigma\phi\alpha\iota\tau\alpha$ $\alpha\pi\lambda\alpha\nu\eta\varsigma$ (orbis inerrans) bemerkt Ptolemäus tabelnd: „in so fern die Sterne ihre Abstände stets zu einander bewahren, können wir sie mit Recht $\alpha\pi\lambda\alpha\nu\epsilon\iota\varsigma$ nennen; in so fern aber die ganze Sphäre, in welcher sie gleichsam angewachsen ihren Lauf vollenden, eine eigenthümliche Bewegung hat, ist die Benennung $\alpha\pi\lambda\alpha\nu\eta\varsigma$ für die Sphäre wenig passend.“

|| Cicero de nat. deor. I, 13; Plin. II, 6 und 24; Manilius II, 35.

6) die Doppelsterne und die Zeit ihres Umlaufs um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt;

7) die Nebelflecke, welche in den Magellanischen Wolken mit vielen Sternhaufen vermischt sind, die schwarzen Flecke (Kohlenfäcke) am Himmelsgewölbe.

I.

Der Weltraum, und Vermuthungen über das, was den Weltraum zwischen den Gestirnen zu erfüllen scheint.

Man ist geneigt, die physische Weltbeschreibung, wenn sie von dem anhebt, was die fernsten Himmelsräume zwischen den geballten Weltkörpern ausfüllt und unseren Organen unerschaffbar bleibt, mit den mythischen Anfängen der Weltgeschichte zu vergleichen. In der unendlichen Zeit wie im unendlichen Raume erscheint alles in ungewissem, oft täuschendem Dämmerlichte. Die Phantasie ist dann zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu schöpfen und den unbestimmten, wechselnden Gestalten Umriss und Dauer zu geben *). Ein solches Gesandniß kann genügen, denke ich, um vor dem Verwurf zu bewahren, das, was durch unmittelbare Beobachtung oder Messung zu einer mathematischen Gewisheit erhoben worden, mit dem zu vermischen, was auf sehr unvollständige Induction gegründet ist. Wilde Träume gehören in die Romantik der physischen Astronomie. Ein durch wissenschaftliche Arbeiten geübter Sinn verweilt aber gern bei solchen Fragen, welche, in genauem Zusammenhange mit dem dormaligen Zustande unseres Wissens, wie mit den Hoffnungen, welche dieser Zustand erregt, schon von den ausgezeichnetsten Astronomen unserer Zeit einer ernstlichen Erörterung werth gehalten worden sind.

Durch den Einfluß der Gravitation oder allgemeinen Schwere, durch Licht und strahlende Wärme †) stehen wir, wie man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen kann, in Verkehr nicht bloß mit unserer Sonne, sondern auch mit allen anderen leuchtenden Sonnen des Firmaments. Die wichtige Entdeckung von dem Widerstand, welchen ein, den Weltraum füllendes Fluidum einem Cometen von fünfjähriger Umlaufzeit meßbar entgegensetzt, hat sich durch die genaue Uebereinstimmung der numerischen Verhältnisse vollständig bewährt. Auf Analogien gegründete Schlüsse können einen Theil der weiten Kluft ausfüllen, welche die sicheren Resultate einer mathematischen Naturphilosophie von den Ahnungen trennt, die auf die Aeußersten, und darum sehr nebeligen und öden Grenzen aller wissenschaftlichen Gedankenentwicklung gerichtet sind.

Aus der Unendlichkeit des Weltraums, die freilich von Aristoteles bezweifelt ward ‡), folgt seine Unermeßlichkeit. Nur einzelne Theile sind meßbar geworden; und die, alle unsere Fassungskraft überschreitenden Resultate der Messung werden gern von denen zusammengestellt, welche an großen Zahlen eine kindliche Freude haben, ja wohl gar wädhnen, durch staunen- und schreckenerregende Bilder physischer Größe den Eindruck der Erhabenheit astronomischer Studien vorzugeweiße zu erhöhen. Die Entfernung des 61ten Sterns des Schwans von der Sonne ist 657000 Halbmesser der Erdbahn; und das Licht braucht etwas über 10 Jahre, um diese Entfernung zu durchlaufen, während es in 8' 17", 78 von der Sonne zur Erde gelangt. Sir John Herschel vermuthet nach einer sinnreichen Combination photometrischer Schätzungen ||), daß Sterne des großen Ringes der Milchstraße, die er im 20füßigen Telescop aufglimmen sah, wären es neu entstandene leuchtende Weltkörper, an 2000 Jahre gebraucht haben würden, um uns den ersten Lichtstrahl zuzusenden.

*) Kosmos Buch I S. 41. (Vergl. die vortreflichen Betrachtungen von Encke über die Anordnung des Sternsystems 1844 S. 7.)
†) Kosmos Buch I. S. 78.

‡) Aristot. de Coelo I, 7 p. 276 Besser.
||) Sir John Herschel, Outlines of Astronomy 1849 § 803 p. 541.

Alle Versuche, solche numerischen Verhältnisse anschaulich zu machen, scheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch sie gemessen werden sollen, oder an der Größe der Zahl aus den Wiederholungen dieser Einheit. Vessel sagt sehr wahr *), daß „die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, nicht anschaulicher für uns ist als die Entfernung, die es in zehn Jahren zurücklegt. Dazu verfehlt ihren Zweck jede Bemühung, eine Größe zu versinnlichen, welche alle auf der Erde zugänglichen weit überschreitet.“ Die unsere Fassungskraft bedrängende Macht der Zahlen bietet sich uns in den kleinsten Organismen des Thierlebens wie in der Milchstraße der selbstleuchtenden Sonnen dar, die wir Fixsterne nennen. Welche Masse von Polythalamien schließt nicht nach Ehrenberg eine dünne Kreideschicht ein! Von der microscopischen *Galionella distans* enthält ein Cubitzoll nach diesem großen Naturforscher in der 40 Fuß hohen Bergklippe des Vlliner Polirschleifers 41000 Millionen Einzelthiere. Von *Galionella ferruginea* enthält der Cubitzoll über 1 Billion 750,000 Millionen Individuen †). Solche Schätzungen erinnern an den Arsenarius (αρσενίης) des Archimedes, an die Sandkörner, welche den Weltraum ausfüllen könnten! Mahnen am Sternenhimmel die Eindrücke von nicht auszusprechenden Zahlen und räumlicher Größe von Dauer und langen Zeitperioden den Menschen an seine Kleinheit, an seine physische Schwäche, an das Ephemere seiner Existenz; so erhebt ihn freudig und kräftigend wieder das Bewußtsein, durch Anwendung und glückliche Selbstentwicklung der Intelligenz schon so Vieles und so Wichtiges von der Gesetzmäßigkeit der Natur, von der sibirischen Weltordnung erforscht zu haben.

Wenn die Welträume, welche die Gestirne von einander trennen, nicht leer ‡), sondern mit irgend einer Materie gefüllt sind, wie nicht bloß die Fortpflanzung des Lichtes, sondern auch eine besondere Art seiner Schwächung, das auf die Umlaufszeit des Endischen Cometen wirkende widerstehende (hemmende) Mittel, und die Verdunstung zahlreicher und mächtiger Cometschwärme zu beweisen scheinen; so müssen wir aus Vorsicht gleich hier in Erinnerung bringen, daß unter den unbestimmten jetzt gebrauchten Benennungen: Himmelsluft, kosmische (nicht selbstleuchtende) Materie, und Weltäther, die letztere, und aus dem frühesten süd- und west-asiatischen Alterthume überkommen, im Lauf der Jahrhunderte nicht ganz dieselben Ideen bezeichnet hat. Bei den indischen Naturphilosophen gehört der Aether (akā'sa) zum Fünfsthum (pantachata); d. h. er ist eins von den fünf Elementen: ein Fluidum unendlicher Feinheit, welches das Universum, das ganze Weltall, durchdringt, sowohl der Anrger des Lebens als das Fortpflanzungsmittel des Schalles §). Etymologisch bedeutet akā'sa nach Bopp „leuchtend, glänzend, und steht demnach in seiner Grundbedeutung dem Aether der Griechen so nahe, als Leuchten dem brennen steht.“

Dieser Aether (αιθήρ) war nach den Dogmen der ionischen Naturphilosophie, nach Anaxagoras und Empedocles, von der eigentlichen, gröberen (dichteren), mit Dünsten gefüllten Luft (αήρ), die den Erdfreis umgibt „und vielleicht bis zum Monde reicht,“ ganz verschieden. Er war „feuriger Natur, eine reine Feuerluft, hellstrahlend ¶), von großer Feinheit (Dünne) und ewiger Heiterkeit.“ Mit dieser Definition stimmt vollkommen die etymolo-

*) Vessel in Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 60.

†) Ehrenberg in den Abhandl. der Berl. Acad. 1838 S. 59, in den Infusorithieren S. 170.

‡) Schon Aristoteles (Phys. Auscult. IV, 6 bis 10 pag. 213–217 Besser) beweist gegen Leucipp und Democrit, daß es in der Welt keinen nicht erfüllten Raum, kein Leeres giebt.

§) „Akā'sa ist nach Wilson's Sanskrit-Wörterbuch the subtle and ethereal fluid, supposed to fill and pervade the Universe, and to be the peculiar vehicle of life and sound. Das Wort Akā'sa (leuchten, glänzend) kommt von der Wurzel kā's, leuchten, in Verbindung mit der Präposition ā. Das Fün-

sthum aller Elemente heißt pantachata oder pantsachatra, und der Todte wird sonderbar genug erlangtes Fünfsthum habend (prāpta-pantsachatra), d. i. in die fünf Elemente aufgelöst, genannt. So im Text des Amarakosha, Amarasinha's Wörterbuch.“ (Bopp). — Von den fünf Elementen handelt Colobroffe's vortreffliche Abhandlung über die Sankhya-Philosophie in den Transact. of the Asiat. Soc. Vol. I. Lond. 1827 p. 31. Auch Strabo erwähnt schon nach Megasthenes (XV § 59 pag. 713 Cas.) des alles gestaltenden fünften Elements der Indier, ohne es jedoch zu nennen.

¶) Empedocles v. 216 nennt den Aether παρφα-
νδων, hellstrahlend, also selbstleuchtend.

gische Ableitung von krennen ($\alpha\delta\epsilon\upsilon$): die später sonderbar genug aus Vorliebe für mechanische Ansichten, wegen des beständigen Umschwunges und Kreislaufes, von Plato und Aristoteles wortspielend in eine andere ($\alpha\epsilon\iota\ \delta\epsilon\iota\upsilon$) umgewandelt wurde*). Der Begriff der Feinheit und Dünne des hohen Aethers scheint nicht etwa Folge der Kenntniß reiner, von schweren Erddünsten mehr befreiter Bergluft, oder gar der mit der Höhe abnehmenden Dichte der Luftschichten gewesen zu sein. In so fern die Elemente der Alten weniger Stoffverschiedenheiten oder gar Einfachheit (Unzerlegbarkeit) von Stoffen als Zustände der Materie ausdrücken, wurzelt der Begriff des hohen Aethers (der feurigen Himmelsluft) in dem ersten und normalen Gegensatz von schwer und leicht, von unten und oben, von Erde und Feuer. Zwischen diesen Extremen liegen zwei mittlere Elementar-Zustände: Wasser, der schweren Erde; Luft, dem leichten Feuer näher †).

Der Aether des Empedocles hat als ein den Weltraum füllendes Mittel nur durch Feinheit und Dünne Analogie mit dem Aether, durch dessen Transversal-Schwingungen die neuere Physik die Fortpflanzung des Lichtes und alle Eigenschaften desselben (doppelte Brechung, Polarisation, Interferenz) so glücklich nach rein mathematischer Gedankenentwicklung erklärt. In der Naturphilosophie des Aristoteles wird dazu noch gelehrt, daß der ätherische Stoff alle lebendigen Organismen der Erde, Pflanzen und Thiere, durchdringe; daß er in ihnen das Princip der Lebenswärme, ja der Keim eines seelischen Principes werde, welches unvermischt mit dem Körper die Menschen zur Selbstthätigkeit anfaßt ‡). Diese Phantasien ziehen den Aether aus dem höheren Weltraum in die irdische Sphäre herab; sie zeigen ihn als eine überaus feine, den Luftkreis und starre Körper continuirlich durchdringende Substanz: ganz wie den schwingenden Licht-Aether bei Huygens, Hooke und den jegigen Physikern. Was aber zunächst beide Hypothesen des Aethers, die ältere ionische und die neuere, von einander unterscheidet, ist die ursprüngliche, wenn auch von Aristoteles nicht ganz getheilte, Annahme des Selbstleuchtens. Die hohe Feuerluft des Empedocles wird ausdrücklich hellstrahlend ($\pi\alpha\mu\phi\alpha\upsilon\delta\omega\upsilon\varsigma$) genannt und bei gewissen Erscheinungen von den Erdbewohnern durch Spalten und Risse ($\chi\acute{\alpha}\sigma\mu\alpha\tau\alpha$), die in dem Firmamente sich bilden, in Feuerglanz gesehen §).

Bei dem jetzt so vielfach erforschten innigen Verkehr zwischen Licht, Wärme, Electricität

*) Plato, Cratyl. 410 B, wo $\alpha\epsilon\iota\delta\epsilon\iota\upsilon$ vorkommt. Aristot. de Coelo I, 3 pag. 270 Bekk. gegen Anaxagoras: $\alpha\iota\delta\epsilon\iota\upsilon\alpha\ \pi\alpha\sigma\alpha\upsilon\alpha\iota\sigma\alpha\upsilon\ \tau\acute{\omicron}\nu\ \delta\upsilon\omega\tau\acute{\alpha}\tau\omega\ \tau\acute{\omicron}\nu\ \pi\acute{\omicron}\nu\ \delta\epsilon\iota\upsilon\ \alpha\epsilon\iota\ \tau\acute{\omicron}\nu\ \delta\iota\delta\iota\omega\ \chi\acute{\rho}\omicron\upsilon\sigma\iota\ \delta\epsilon\iota\upsilon\mu\epsilon\iota\ \tau\acute{\omicron}\nu\ \epsilon\iota\pi\omega\mu\epsilon\iota\alpha\upsilon\ \alpha\iota\omega\tau\acute{\omicron}\nu\ \alpha\upsilon\tau\acute{\omicron}\nu\ \alpha\upsilon\alpha\gamma\alpha\gamma\omicron\upsilon\sigma\alpha\varsigma\ \delta\epsilon\ \kappa\alpha\tau\alpha\kappa\acute{\iota}\chi\eta\tau\alpha\iota\ \tau\acute{\omicron}\nu\ \delta\upsilon\acute{\omicron}\mu\alpha\tau\iota\ \tau\omicron\upsilon\tau\omega\ \sigma\acute{\epsilon}\ \kappa\alpha\lambda\acute{\omega}\varsigma\ \delta\upsilon\omicron\mu\alpha\iota\zeta\epsilon\iota\ \gamma\acute{\alpha}\rho\ \alpha\iota\delta\epsilon\iota\upsilon\alpha\ \alpha\upsilon\tau\iota\ \nu\omicron\upsilon\tau\omicron}\varsigma. Umständlicher heißt es in Aristot. Meteor. I, 3 pag. 339 lin. 21-34 Bekk.: „Der sogenannte Aether hat eine uralte Benennung, welche Anaxagoras mit dem Feuer zu identifiziren scheint; denn die obere Region sei voll Feuer; und jener hielt es mit dieser Region so, daß er sie für Aether anfaß; darin hat er auch Recht. Denn den ewig im Lauf begriffenen Körper scheinen die Alten für etwas von Natur Göttliches angesehen und deshalb Aether genannt zu haben: als eine Substanz, welche bei uns nichts vergleichbares hat. Diejenigen aber, welche den umgebenden Raum, nicht bloß die darin sich bewegenden Körper, für Feuer, und, was zwischen Erde und den Gestirnen ist, für Luft halten, würden von diesem finstlichen Wahn wohl ablassen, wenn sie die Resultate der neueren Forschungen der Mathematiker genau betrachten wollten.“ (Eben diese Etymologie des Wortes vom schnellen Umlaufe wiederholt der aristotelische oder stoische Verfasser des Buches de Mundo cap. 2 pag. 392 Bekk.) Professor Franz hat mit Recht bemerkt: „daß das Wortspiel von dem ewigen Lauf begriffenen Körper ($\sigma\omicron\mu\alpha\ \alpha\epsilon\iota\ \delta\epsilon\iota\upsilon\omega$) und vom Göttlichen ($\delta\epsilon\iota\omega$), dessen die Meteorologica Humboldt's Resumes.$

erwähnen, auffallend bezeichnend sei für die griechische Phantasie, und ein Zeugniß mehr gebe für die so wenig glückliche Behandlung der Etymologie bei den Alten.“ — Prof. Buschmann macht auf ein Sanskritwort $\alpha\epsilon\theta\epsilon\iota\alpha$ für Aether, Luftkreis, aufmerksam, das dem griechischen $\alpha\iota\delta\epsilon\iota\upsilon$ sehr ähnlich sieht, und schon von Vans Kenebby mit ihm zusammengestellt worden ist (s. dessen Researches into the origin and affinity of the principal languages of Asia and Europe 1828 p. 279); es läßt sich auch für dieses Wort eine Wurzel ($\alpha\epsilon$, $\alpha\epsilon\theta$) anführen, welcher von den Indern die Bedeutung von glänzen, leuchten beigelegt wird.

†) Aristot. de Coelo IV, 1 und 3-4 pag. 308 und 311-312 Bekk. Wenn der Stagirite dem Aether den Namen eines fünften Elements verleiht, was freilich Ritter, (Geschichte der Philosophie Th. III. S. 259) und Martin (Etudes sur le Timée de Platon T. II. p. 150) läugnen; so ist es nur, weil nach ihm dem Aether, als Zustand der Materie, ein Gegensatz fehlt. (Vergl. diese Philosophie des Aristoteles Bb. II. S. 66.) Bei den Pythagoreern ward der Aether als ein fünftes Element durch den fünften der regelmäßigen Körper, das aus 12 Pentagonen zusammengesetzte Dodecaëder, vorgestellt (Martin T. II. p. 245-250.)

‡) Siehe die Beweissellen gesammelt bei Biese Bb. II. S. 93.

§) Kosmos Buch I. S. 76 Anm. 2.

und Magnetismus wird es für wahrscheinlich gehalten, daß, wie die Transversal-Schwingungen des den Weltraum erfüllenden Aethers die Erscheinungen des Lichtes erzeugen, die thermischen und electro-magnetischen Erscheinungen auf analogen Bewegungsarten (Strömungen) beruhen. Große Entdeckungen über diese Gegenstände bleiben der Zukunft vorbehalten. Das Licht und die, von diesem unzertrennliche, strahlende Wärme sind für die nicht selbstleuchtenden Weltkörper, für die Oberfläche unseres Planeten eine Hauptursach aller Bewegung und alles organischen Lebens *). Selbst fern von der Oberfläche, im Inneren der Erdrinde, ruft die eindringende Wärme electro-magnetische Strömungen hervor, welche auf Stoff-Verbindungen und Stoff-Zersezungen, auf alle gestaltende Thätigkeit im Mineralreiche, auf die Störung des Gleichgewichts in der Atmosphäre, wie auf die Functionen vegetabilischer und animalischer Organismen ihren anregenden Einfluß ausüben. Wenn in Strömungen bewegte Electricität magnetische Kräfte entwickelt, wenn nach einer früheren Hypothese von Sir William Herschel †) die Sonne selbst sich in dem Zustande „eines perpetuirlichen Nordlichts“ (ich würde sagen eines electro-magnetischen Gewitters) befände; so wäre es nicht ungeeignet, zu vermuthen, daß auch in dem Weltraume das durch Aether-schwingungen fortgepflanzte Sonnenlicht von electro-magnetischen Strömungen begleitet sei.

Unmittelbare Beobachtung der periodischen Veränderung in der Declination, Inclination und Intensität hat freilich bisher in dem Erdmagnetismus bei den verschiedenen Stellungen der Sonne oder des uns nahen Mondes keinen Einfluß mit Sicherheit offenbart. Die magnetische Polarität der Erde zeigt nicht Gegensätze, welche sich auf die Sonne beziehen und welche die Vorrückung der Nachtgleichen bemerkbar ‡) afficirt. Nur die merkwürdige drehende oder schwingende Bewegung des ausströmenden Lichtkegels des Halley'schen Cometen, welche Bessel vom 12. zum 22. October 1835 beobachtete und zu deuten versuchte, hatte diesen großen Astronomen von dem Dasein einer Polarkraft, „von der Wirkung einer Kraft überzeugt, welche von der Gravitation oder gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne bedeutend verschieden sei: weil diejenigen Theile des Cometen, welche den Schweif bilden, die Wirkung einer abstoßenden Kraft des Sonnenkörpers ||) erfahren.“ Auch der prachtvolle Comet von 1744, den Heinicus beschrieben, hatte bei meinem vereinigten Freunde zu ähnlichen Vermuthungen Anlaß gegeben.

Für minder problematisch als die electro-magnetischen Phänomene im Weltraum werden die Wirkungen der strahlenden Wärme gehalten. Die Temperatur des Weltraums ist nach Fourier und Poisson das Resultat der Wärmestrahlung der Sonne und aller Gestirne, vermindert durch die Absorption, welche die Wärme erleidet, indem sie den „mit Aether“ gefüllten Raum durchläuft ¶). Dieser Sternenwärme geschieht schon bei den Alten (bei Griechen und Römern **) mehrfach Erwähnung: nicht bloß weil nach einer allgemein herrschenden Voraussetzung die Gestirne der Region des feurigen Aethers angehör-

*) Vergl. die schöne Stelle über den Einfluß der Sonnenstrahlen in John Herschel, Outlines of Astr. p. 237: „By the vivifying action of the sun's rays vegetables are enabled to draw support from inorganic matter and become, in their turn, the support of animals and of man, and the sources of those great deposits of dynamical efficiency which are laid up for human use in our coal strata. By them the waters of the sea are made to circulate in vapour through the air, and irrigate the land, producing springs and rivers. By them are produced all disturbances of the chemical equilibrium of the elements of nature, which, by a series of compositions and decompositions, give rise to new products, and originate a transfer of materials“

†) Philos. Transact. for 1795 Vol. LXXXV. p. 318; John Herschel, Outlines of Astr. p. 238; Rossmos Buch I. S. 96 und 97 Anm. †).

‡) Bessel in Schumacher's astr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 300 S. 201.

§) Bessel a. a. D. S. 186–192 und 229.

¶) Fourier, Théorie analytique de la Chaleur 1822 p. IX (Annales de Chimie et de Physique T. III. 1816 p. 350, T. IV. 1817 p. 128, T. VI. 1817 p. 259, T. XIII. 1820 p. 418). — Numerische Schätzungen des Verlustes, welchen durch Absorption die Sternwärme (chaleur stellaire) im Aether des Weltraumes erleidet, versucht Poisson, Théorie mathématique de la Chaleur § 196 p. 436, § 200 p. 447 und § 228 p. 521.

**) Ueber die wärmende Kraft der Sterne s. Aristot. Meteor. I, 3 pag. 340 lin. 28; und Seneca über die Höhe der Schichten des Luftkreises, welche das Minimum der Wärme haben, in Nat. Quaest. II, 10: „superiora enim aëris calorem vicinorum siderum sentiunt . . .“

ren, sondern weil sie selbst feuriger Natur*), ja nach der Lehre des Aristarch von Samos Fixsterne und Sonne Einer Natur sind. In der neuesten Zeit ist durch die zwei großen französischen Mathematiker, welche wir eben genannt, das Interesse für die ungefähre Bestimmung der Temperatur der Welträume um so lebhafter angeregt worden, als man endlich eingesehen hat, wie wichtig diese Bestimmung wegen Wärmestrahlung der Erdoberfläche gegen das Himmelsgewölbe für alle thermischen Verhältnisse, ja man darf sagen für die ganze Bewohnbarkeit unseres Planeten ist. Nach der analytischen Theorie der Wärme von Fourier ist die Temperatur des Weltraums (des espaces planétaires ou célestes) etwas unter der mittleren Temperatur der Pole, vielleicht selbst noch unter dem größten Kältegrade, welchen man bisher in den Polargegenden beobachtet hat. Fourier schätzt sie demnach auf -50° bis -60° Cent. (40° bis 48° Réaum. unter dem Gefrierpunkte). Der Eispol (pôle glacial), Punkt der größten Kälte, fällt eben so wenig mit dem Erdpole zusammen als der Wärme-Aequator (équateur thermal), der die wärmsten Punkte aller Meridiane verbindet, mit dem geographischen Aequator. Der nördliche Erdpol ist, aus der allmäligen Abnahme der Mittel-Temperaturen geschlossen, nach Arago -25° , wenn das Maximum der im Januar 1834 im Fort Reliance (Br. $62^{\circ} 46'$) von Capitän Back gemessenen Kälte $-56^{\circ}, 6$ ($-45^{\circ}, 3$ Réaum.) war †). Die niedrigste uns bekannte Temperatur, welche man bisher auf der Erde überhaupt wahrgenommen hat, ist wohl die zu Jakutsk (Br. $62^{\circ} 2'$) am 21. Januar 1838 von Neveroff beobachtete. Der in allen seinen Arbeiten so genaue Widdendorff hatte die Instrumente des Beobachters mit den seinigen verglichen. Neveroff fand die Kälte des genannten Tages -60° Cent. (-48° R.)

Zu den vielen Gründen der Unsicherheit eines numerischen Resultats für den thermischen Zustand des Weltraums gehört auch der, daß man bisher nicht vermag, das Mittel aus den Temperatur-Angaben der Eispole beider Hemisphären zu ziehen, da wir mit der Meteorologie des Südpols, welche die mittleren Jahres-Temperaturen entscheiden soll, noch so wenig bekannt sind. Die Behauptung Poisson's, daß wegen der ungleichen Vertheilung der wärmestrahrenden Sterne die verschiedenen Regionen des Weltraums eine sehr verschiedene Temperatur haben, und daß der Erdkörper während der Bewegung des ganzen Sonnensystems, warme und kalte Regionen durchwandernd, von außen seine innere Wärme erhalten habe ‡); hat für mich eine sehr geringe physikalische Wahrscheinlichkeit.

Ob der Temperatur-Zustand des Weltraums, ob die Klimate der einzelnen Regionen desselben in dem Lauf der Jahrtausende großen Veränderungen ausgesetzt sind, hängt vorzüglich von der Lösung eines von Sir William Herschel lebhaft angeregten Problems ab: sind die Nebelflecke fortschreitenden Gestaltungsprocessen unterworfen, indem sich in ihnen der Weltbau um einen oder um mehrere Kerne, nach Attractions-Gesetzen, verdichtet? Durch eine solche Verdichtung des kosmischen Nebels nämlich muß, wie bei jedem Uebergange des Gasförmigen und Flüssigen zum Starren, Wärme entbunden werden ||). Wenn nach den neuesten Ansichten, nach den wichtigen Beobachtungen von Lord Rosse und

*) Plut. de plac. Philos. II, 13.

†) Arago sur la température du Pôle et des espaces célestes im Annuaire du Bureau des Longs. pour 1825 p. 189 und pour 1834 p. 192; Saigey, Physique du Globe 1832 p. 60-78; Swanberg findet aus Discussionen über die Strahlenbrechung für die Temperatur des Weltraums $-50^{\circ}, 3$ (Berzelius, Jahresbericht für 1830 S. 54); Arago aus Polar-Beobachtungen $-56^{\circ}, 7$; Pécelet -60° ; Saigey durch die Wärme-Abnahme in der Atmosphäre aus 367 meiner Beobachtungen in der Andeskette und in Mexico -65° , durch Thermometer-Messungen am Montblanc und bei der aerostatischen Reise von Gay-Lussac -77° ; Sir John Herschel (Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223) -132° F., also -91° Cent. Wie Poisson, da die Mittel-Temperatur von Melville-Insel (Br. 74°

47') schon $-180^{\circ}, 7$ ist, für den Weltraum aus rein theoretischen Gründen, nach denen der Weltraum wärmer als die äußere Grenze der Atmosphäre sein soll (§ 227 p. 520), nur -13° , und dagegen Pouillet nach actinometrischen Versuchen (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. VII. 1838 p. 25-65) gar -142° finden; muß Wunder nehmen und in diesen interessanten Speculationen das Vertrauen zu den bisher eingeschlagenen Wegen mindern.

‡) Poisson, Théorie mathém. de la Chaleur p. 438. Nach ihm hat die Erhärtung der Erbsichteten von dem Centrum angefangen, und ist von diesem zur Oberfläche allmälig fortgeschritten; § 193 p. 429. (Vergl. auch Kosmos Buch I. S. 90.)

||) Kosmos Buch I. S. 38 und 72.

Bond, es wahrscheinlich wird, daß alle Nebelflecke, selbst die, welche durch die größte Kraft der optischen Instrumente noch nicht ganz aufgelöst wurden, dicht zusammengebrängte Sternschwärme sind; so wird der Glaube an diese perpetuirlich anwachsende Wärme-Erzeugung allerdings etwas erschüttert. Aber auch kleine starre Weltkörper, die in Fernröhren als unterscheidbare leuchtende Punkte aufglimmen, können zugleich ihre Dichte verändern, indem sie sich zu größeren Massen verbinden; ja viele Erscheinungen, welche unser eigenes Planetensystem darbietet, leiten zu der Annahme, daß die Planeten aus einem dunstförmigen Zustande erstarrt sind, daß ihre innere Wärme dem Gestaltungsprocesse der geballten Materie ihren Ursprung verdankt.

Es muß auf den ersten Anblick gewagt erscheinen, eine so grausenvoll niedrige Temperatur des Weltraums, welche zwischen dem Gefrierpunkt des Quecksilbers und dem des Weingeistes liegt, den bewohnbaren Klimaten des Erdkörpers, dem Pflanzen- und Thierleben, wenn auch nur mittelbar, wohlthätig zu nennen; aber um die Richtigkeit des Ausdrucks zu begründen, braucht man nur an die Wirkung der Wärme-Ausstrahlung zu denken. Unsere durch den Sonnenkörper erwärmte Erdoberfläche und der Luftkreis selbst bis zu seinen obersten Schichten strahlen frei gegen den Himmelsraum. Der Wärme-Verlust, den sie erleiden, entsteht aus dem thermischen Unterschiede des Himmelsraums und der Luftschichten, aus der Schwäche der Gegenstrahlung. Wie ungeheuer *) würde dieser Verlust sein, wenn der Weltraum, statt der Wärme, welche wir durch -60° eines Quecksilber-Thermometers nach Centesimal-Graden bezeichnen, eine viel niedrigere, z. B. -800° , oder gar eine mehrere tausendmal geringere Temperatur hätte!

Es bleibt uns übrig noch zwei Betrachtungen über das Dasein eines den Weltraum füllenden Fluidums zu entwickeln, von denen die eine, schwächer begründete, auf eine beschränkte Durchsichtigkeit des Weltraumes; die andere, auf unmittelbare Beobachtung gestützt und numerische Resulte liefernd, sich auf die regelmäßig verkürzte Umlaufzeit des Endischen Cometen bezieht. Olbers in Bremen und, wie Struve bemerkt, achtzig Jahre früher Loys de Cheseaux in Genf †) machten auf das Dilemma aufmerksam: es müsse, da man sich in dem unendlichen Weltraume keinen Punkt denken könne, der nicht einen Fixstern, d. i. eine Sonne, darböte, entweder das ganze Himmelsgewölbe, wenn das Licht vollständig ungeschwächt zu uns gelangte, so leuchtend als unsere Sonne erscheinen; oder, wenn dem nicht so sei, eine Lichtschwächung im Durchgang durch den Weltraum angenommen werden, eine Abnahme der Licht-Intensität in stärkerem Maaße als in dem umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung. Indem wir nun einen solchen den ganzen Himmel fast gleichförmig bedeckenden Lichtglanz, dessen auch Halley ‡) nach einer von ihm verworfenen Hypothese gedenkt, nicht bemerken; so muß, nach Cheseaux, Olbers und Struve, der Weltraum keine vollkommene und absolute Durchsichtigkeit haben. Resultate, die Sir William Herschel aus Stern-Michungen ||) und aus sinnreichen Unter-

*) „Were no atmosphere, a thermometer, freely exposed (at sunset) to the heating influence of the earth's radiation, and the cooling power of its own into space, would indicate a medium temperature between that of the celestial spaces (-132° Fahr. $= -91^{\circ}$ Cent.) and that of the earth's surface below it (82° F. $= 27^{\circ}$, 7 Cent. at the equator, -3° , 5 F. $= -19^{\circ}$, 5 Cent. in the Polar Sea). Under the equator, then, it would stand, on the average, at -26° F. $= -31^{\circ}$, 9 Cent., and in the Polar Sea at -68° F. $= -55^{\circ}$, 5 Cent. The presence of the atmosphere tends to prevent the thermometer so exposed from attaining these extreme low temperatures: first, by imparting heat by conduction; secondly by impeding radiation outwards." Sir John Herschel im Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223. — „Si la chaleur des espaces planétaires n'existait point, notre atmosphère éprouverait un re-

froidissement, dont on ne peut fixer la limite. Probablement la vie des plantes et des animaux serait impossible à la surface du globe ou reléguée dans une étroite zone de cette surface." Saigey, Physique du Globe p. 77.

†) Traité de la Comète de 1743, avec une Addition sur la force de la Lumière et sa Propagation dans l'éther, et sur la distance des étoiles fixes; par Loys de Cheseaux (1744). Ueber die Durchsichtigkeit des Weltraums von Olbers in Bode's Jahrbuch für 1826 S. 110-121; Struve, Etudes d'Astr. stellaire 1847 p. 83-93 und Note 95. Vergl. auch Sir John Herschel, Outlines of Astr. § 793 und Rossmore Buch I. S. 76.

‡) Halley on the infinity of the Sphere of Fix'd Stars in den Philos. Transact. Vol. XXXI. for the Year 1720 p. 22-26.

||) Rossmore Buch I. S. 41.

suchungen über die raumburchdringende Kraft seiner großen Fernröhre gezogen, scheinen zu begründen: daß, wenn das Licht des Sirius auf seinem Wege zu uns durch ein gasförmiges oder ätherisches Fluidum auch nur um $\frac{1}{800}$ geschwächt würde; diese Annahme, welche das Maasß der Dichtigkeit eines lichtschwächenden Fluidums gäbe, schon hinreichen könnte die Erscheinungen, wie sie sich darbieten, zu erklären. Unter den Zweifeln, welche der berühmte Verfasser der neuen Outlines of Astronomy gegen Olbers und Struve aufstellt, ist einer der wichtigsten, daß sein zwanzigfüßiges Telescop in dem größten Theile der Milchstraße, in beiden Hemisphären, ihm die kleinsten Sterne auf schwarzem Grunde projectirt *) zeigt.

Einen besseren und, wie schon oben gesagt, durch unmittelbare Beobachtung begründeten Beweis von dem Dasein eines widerstand leistenden, hemmenden Fluidums †) liefern der Endische Comet und die scharfsinnigen, so wichtigen Schlussfolgen, auf welche derselbe meinen Freund geleitet hat. Das hemmende Mittel muß aber von dem alles durchdringenden Lichtäther verschieden gedacht werden: weil dasselbe nur Widerstand leisten kann, indem es das Starre nicht durchdringt. Die Beobachtungen erfordern zur Erklärung der verminderten Umlaufzeit (der verminderten großen Ape der Ellipse) eine Tangentialkraft, und die Annahme des widerstehenden Fluidums gewährt diese am directesten ‡). Die größte Wirkung äußert sich in den nächsten 25 Tagen vor dem Durchgange des Cometen durch das Perihel, und in den 25 Tagen, welche auf den Durchgang folgen. Der Werth der Constante ist also etwas verschieden, weil nahe am Sonnenkörper die so dünnen, aber doch gravitirenden Schichten des hemmenden Fluidums dichter sind. Olbers ||) behauptete, daß das Fluidum nicht in Ruhe sein könne, sondern rechtläufig um die Sonne rotire; und deßhalb müsse der Widerstand gegen rückläufige Cometen, wie der Halley'sche, ganz anders sein als gegen den rechtläufigen Endischen Cometen. Die Perturbations-Rechnungen bei Cometen von langem Umlaufe und die Verschiedenheit der Massen und Größen der Cometen verwickeln die Resultate, und verhüllen, was einzelnen Kräften zuzuschreiben sein könnte.

Die dunstartige Materie, welche den Ring des Thierkreislichtes bildet, ist, wie Str John Herschel ¶) sich ausdrückt, vielleicht nur der dichtere Theil des cometen-hemmenden Fluidums selbst. Wenn auch schon erwiesen wäre, daß alle Nebelflecke nur undeutlich gesehene, zusammengedrängte Sternschwärme sind; so steht doch wohl die Thatsache fest, daß eine Unzahl von Cometen durch das Verdunsten ihrer bis 14 Millionen Meilen langen Schweife den Weltraum mit Materie erfüllen. Arago hat aus optischen Gründen sinnreich gezeigt**), wie die veränderlichen Sterne, welche immer weißes Licht und in ihren periodischen Phasen nie eine Färbung zeigen, ein Mittel darbieten könnten, die obere Grenze der

*) „Throughout by far the larger portion of the extent of the Milky Way in both hemispheres, the general blackness of the ground of the heavens, on which its stars are projected, etc. . . . In those regions where that zone is clearly resolved into stars well separated and seen projected on a black ground, and where we look out beyond them into space. . .“ Sir John Herschel, Outlines p. 537 und 539.

†) Kosmos Buch I. S. 40, 51 und Anm. †): Laplace, Essai philosophique sur les Probabilités 1825 p. 133; Arago im Annuaire du Bureau des Long. pour 1832 p. 188, pour 1836 p. 216; John Herschel, Outlines of Astr. § 577.

‡) Die schwingende Bewegung der Ausströmungen am Kopf einiger Cometen, wie dieselbe an dem Cometen von 1744 und durch Bessel am Halley'schen Cometen zwischen dem 12. und 22. October 1835 beobachtet worden ist (Schumacher, astron. Nachr. No. 300–302 S. 185–232), kann bei einzelnen Individuen dieser Classe von Weltkörpern allerdings auf die translatatorische Bewegung und Rotation Einfluß haben, ja auf Polar-

kräfte schließen lassen (S. 201 und 229), welche von der gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne verschieden sind;“ aber die schon seit 63 Jahren so regelmässig sich offenbarende Beschleunigung der 3½-jährigen Umlaufzeit des Endischen Cometen darf doch wohl nicht als von einer Summe zufälliger Ausströmungen abhängig gedacht werden. Vergl. über diesen kosmisch wichtigen Gegenstand Bessel in Schum. astron. Nachr. No. 289 S. 6 und No. 310 S. 345–350 mit Encke's Abhandlung über die Hypothese des widerstehenden Mittels in Schum. No. 305 S. 265–274.

||) Olbers in Schum. astron. Nachr. No. 268 S. 58. ¶) Outl. of Astr. § 556 und 597.

**) „En assimilant la matière très rare qui remplit les espaces célestes quant à ses propriétés réfringentes aux gas terrestres, la densité de cette matière ne saurait dépasser une certaine limite dont les observations des étoiles changeantes, p. e. celles d'Algol ou de β de Persée, peuvent assigner la valeur.“ Arago im Annuaire pour 1842 p. 336–345.

Dichtigkeit zu bestimmen, welche dem Weltäther zuzuschreiben ist, wenn man denselben in seinem Brechungsvermögen den gasförmigen irdischen Flüssigkeiten gleich setzt.

Mit der Frage von der Existenz eines ätherischen Fluidums, welches die Welträume füllt, hängt auch die, von Bollaſton *) so lebhaft angeregte, über die Begrenzung der Atmosphäre zusammen: eine Begrenzung, welche in der Höhe stattfinden muß, wo die specifische Elasticität der Luft mit der Schwere in's Gleichgewicht kommt. Faraday's scharfsinnige Versuche über die Grenze einer Quecksilber-Atmosphäre (über die Höhe, welche an Goldblättchen niedergeschlagene Quecksilberdämpfe in luftvollem Raume kaum zu erreichen scheinen) haben der Annahme einer bestimmten Oberfläche des Luftkreises, „gleich der Oberfläche der Meere,“ ein größeres Gewicht gegeben. Kann aus dem Weltraum sich etwas gasartiges unserem Luftkreise beimischen und meteorologische Veränderungen hervorbringen? Newton †) hat die Frage meist bejahend berührt. Wenn man Sternschnuppen und Meteorsteine für planetarische Asteroiden hält, so darf man wohl die Vermuthung wagen: daß mit den Strömen des sogenannten November-Phänomens ‡), wo 1799, 1833 und 1834 Myriaden von Sternschnuppen das Himmelsgewölbe durchkreuzten, ja Nordlicht-Erscheinungen gleichzeitig beobachtet wurden, der Luftkreis etwas aus dem Weltraum empfangen hat, das ihm fremd war und electro-magnetische Proceſſe anregen konnte.

II.

Natürliches und telescopisches Sehen. — Funkeln der Gestirne. — Geschwindigkeit des Lichtes. — Ergebnisse aus der Photometrie.

Dem Auge, Organ der Weltanschauung, ist erst seit drittehalb Jahrhunderten, durch künstliche, telescopische Steigerung seiner Sehkraft, das großartigste Hülfsmittel zur Kenntniß des Inhalts der Welträume, zur Erforschung der Gestaltung, physischen Beschaffenheit und Massen der Planeten sammt ihren Monden geworden. Das erste Fernrohr wurde 1608, sieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, construirt. Schon waren nach einander durch das Fernrohr die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecken, die sichelförmige Gestalt der Venus, der Saturnring als Dreigestaltung eines Planeten, telescopische Sternschwärme und der Nebelfleck der Andromeda ||) entdeckt: als sich erst 1634 dem um die Längen-Beobachtungen so verdienten französischen Astronomen Morin der Gedanke darbot, ein Fernrohr an die Alhidada eines Meßinstrumentes zu befestigen und den Arcturus bei Tage aufzusuchen ¶). Die Vervollkommnung der Theilung des Bogens würde ihren Hauptzweck, größere Schärfe der Beobachtung, gänzlich oder doch größtentheils verfehlt haben, wenn man nicht optische Werkzeuge mit astronomischen Instrumenten in Verbindung gebracht, die Schärfe des Erkennens mit der des Messens in Verhältniß gesetzt hätte. Die Micrometer-Vorrichtung von feinen Fäden, im Brennpunkt des Fernrohrs ausgespannt, welche der Anwendung des letzteren erst ihren eigentlichen und zwar einen unschätzbaren Werth gab, wurde noch sechs Jahre später, erst 1640, von dem jungen, talentvollen Gascoigne **) erfunden.

*) Bollaſton in den Philos. Transact. for 1822 p. 89; Sir John Herschel, Outl. 2 34 und 36.

†) Newton, Princ. mathem. T. III. (1760) p. 671. „Vapores, qui ex sole et stellis fixis et caudis cometarum oriuntur, incidere possunt in atmosphaeras planetarum . . .“

‡) Kosmos Buch I. S. 60 und 67.

||) Kosmos Buch II. S. 361–371 und Anmerk.

¶) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne T. II p. 255, 269 und 272. Morin sagt selbst in sei-

ner 1634 erschienenen Scientia longitudinum: applicatio tubi optici ad albiditatem pro stellis fixis prompto et accurate mensurandis a me excogitata est. Picard bediente sich noch bis 1667 keines Fernrohrs am Mauerquadranten; und Hevelius, als ihn Halley 1679 in Danzig besuchte und die Genauigkeit seiner Höhenmessungen bewunderte (Bailey, Catal. of stars p. 38), beobachtete durch vervollkommnete Spaltöffnungen.

**) Der unglückliche, lang verkannte Gascoigne fand, kaum 23 Jahr alt, den Tod in der Schlacht bei Mar-

Umfaßt, wie ich eben erinnert habe, das telescopische Sehen, Erkennen und Messen nur 240 Jahre unseres astronomischen Wissens; so zählen wir, ohne der Chaldäer, der Aegyptier und der Chinesen zu gedenken, bloß von Timochares und Aristyllus an *) bis zu den Entdeckungen von Galilei, mehr als neunzehn Jahrhunderte, in denen Lage und Lauf der Gestirne mit unbewaffnetem Auge beobachtet worden ist. Bei den vielen Störungen, welche in dieser langen Periode, unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeers umwohnen, der Fortschritt der Cultur und die Erweiterung des Ideenkreises erlitten hat, muß man über das erstaunen, was Hipparch und Ptolemäus von dem Zurückweichen der Aequinoctial-Punkte, den verwickelten Bewegungen der Planeten, den zwei vornehmsten Ungleichheiten des Mondes und von den Sternnörtern; was Copernicus von dem wahren Weltssysteme, Tycho von der Vervollkommenung der praktischen Astronomie und ihren Methoden vor Erfindung des telescopischen Sehens erkannt haben. Lange Röhren, deren sehr wahrscheinlich sich schon die Alten, mit Gewißheit die arabischen Astronomen bedienten, zum Absehen an Dioptern oder Spaltöffnungen, konnten allerdings die Schärfe der Beobachtung etwas vermehren. Abul-Hasan spricht sehr bestimmt von der Röhre, an deren Extremitäten die Ocular- und Objectiv-Dioptern befestigt waren; auch wurde diese Vorrichtung auf der, von Hulagu gegründeten Sternwarte zu Meragha benutzt. Wenn das Sehen durch Röhren die Auffuchung von Sternen in der Abenddämmerung erleichterte, wenn die Sterne dem bloßen Auge durch die Röhre früher sichtbar wurden als ohne dieselbe; so liegt, wie schon Arago bemerkt hat, die Ursach darin, daß die Röhre einen großen Theil des störenden diffusen Lichts (die rayons perturbateurs) der Luftschichten abhält, welche zwischen dem an die Röhre angebrückten Auge und dem Sterne liegen. Eben so hindert die Röhre auch bei Nacht den Seiten-Eindruck des schwachen Lichtes, welches die Lufttheilchen von den gesammten Sternen des Firmaments empfangen. Die Intensität des Lichtbildes und die Größe des Sternes nehmen scheinbar zu. Nach einer viel emendirten und viel bestrittenen Stelle des Strabo, in welcher des Sehens durch Röhren Erwähnung geschieht, wird ausdrücklich „der erweiterten Gestalt der Gestirne,“ irrig genug als Wirkung der Strahlenbrechung †), gedacht.

Non Moar, die Tremwell den königlichen Truppen lieferte (s. Derham in den Philos. Transact. Vol. XXX. für 1717-1719 p. 603-610). Ihm gehört, was man lange Picard und Mouton zugeschrieben und was der beobachtenden Astronomie, deren Hauptgegenstand es ist, Orte am Himmelsgewölbe zu bestimmen, einen vorher unerreichten Auffassung gegeben hat.

*) Kosmos Buch II. S. 282.

†) Die Stelle, in welcher Strabo (lib. III p. 138 Casaub.) die Ansicht des Posidonius zu widerlegen sucht, lautet nach den Handschriften also: „Das Bild der Sonne vergrößere sich auf den Meeren, eben so wohl beim Aufgang als beim Untergang, weil da in größerem Maße die Ausdünstungen aus dem feuchten Element aufsteigen; denn das Auge, wenn es durch die Ausdünstungen sehe, empfangen, wie wenn es durch Röhren sieht, gebrochen die Bilder in erweiterter Gestalt; und dasselbe geschehe, wenn es durch eine trockne und dünne Wolke Sonne und Mond im Untergehen sehe, in welchem Falle denn auch das Gestirn rötlich erscheine.“ Man hat diese Stelle noch ganz neuerdings für corruptirt gehalten (Kramer in Strabonis Geogr. 1844 Vol. I. p. 211) und statt *δι αἰθρῶν δι εὐλῶν* (durch Glasfugeln) lesen wollen (Schneder, Elog. phys. Vol. II. p. 273). Die vergrößernde Kraft der beßen gläsernen, mit Wasser gefüllten Kugeln (Seneca I, 8) war den Alten allerdings so bekannt als die Wirkungen der Brenngläser oder Brennkristalle (Aristoph. Nub. v. 765) und des Refraktors Smaragds (Plin. XXXVII, 5); aber zu astronomischen Meß-Instrumenten konnten jene Kugeln gewiß nicht dienen. Vergl. Kosmos Buch II. S.

321 Anm. *). Sonnenhöhen, durch dünne, lichte Wolken oder durch vulkanische Dämpfe genommen, zeigen keine Spur vom Einfluß der Refraction (Sundböldt Recueil d'Observ. ast. Vol. I. p. 123). Obriß Vauver hat bei vorbeiziehenden Nebelstreifen, ja bei giftig-schmerzhaften Dämpfen keine Angular-Veränderung des Heliotrop-Lichts gefunden und also Arago's Versuche völlig bestätigt. Peters in Pulkowa, indem er Gruppen von Sternhöhen, bei heiterem Himmel und durch lichte Wolken gemessen, vergleicht, findet keinen Unterschied, der 0'', 017 erreicht. S. dessen Recherches sur la Parallaxe des étoiles 1848 p. 80 und 140 -143; Struve, Etudes stellaires p. 98. — Ueber die Anwendung der Röhren beim Absehen in den arabischen Instrumenten s. Jourdain sur l'Observatoire de Meragha p. 27 und A. Schillot, Mém. sur les Instruments astronomiques des Arabes 1841 p. 198. Arabische Astronomen haben auch das Verdienst, zuerst große Gnomonen mit kleiner circularer Oeffnung eingeführt zu haben. In dem colossalen Sextanten von Abu Mohammed al-Ghafandi erhielt der von 5 zu 5 Minuten eingetheilte Bogen das Bild der Sonne selbst. „A midi les rayons du Soleil passaient par une ouverture pratiquée dans la voûte de l'Observatoire qui couvrait l'instrument, suivaient le tuyau et formaient sur la concavité du Sextant une image circulaire, dont le centre donnait, sur l'arc gradué, le complément de la hauteur du Soleil. Cet instrument ne diffère de notre Mural qu'en ce qu'il était garni d'un simple tuyau au lieu d'une lunette.“ Schillot p. 37, 202 und 205. Die durchlöchernten Abseher (Dioptern, pinnulae) wurden bei den

Licht, aus welcher Quelle es kommen mag: aus der Sonne, als Sonnenlicht, oder von den Planeten reflectirt, aus den Fixsternen, aus faulem Holze, oder als Product der Le-
bensthätigkeit der Leuchtwürmer; zeigt dieselben Brechungs-Verhältnisse*). Aber die pris-
matischen Farbenbilder (Spectra) aus verschiedenen Lichtquellen (aus der Sonne und Fix-
sternen) zeigen eine Verschiedenheit der Lage in den dunkeln Linien (raies du spectre),
welche Wollaston 1808 zuerst entdeckt und deren Lage Fraunhofer 12 Jahre später mit so
großer Genauigkeit bestimmt hat. Wenn dieser schon 600 dunkle Linien (eigentliche Lücken,
Unterbrechungen, fehlende Theile des Farbenbildes) zählte, so stieg in der Arbeit von Sir
David Brewster (1833) die Zahl der Linien bei den schönen Versuchen mit Stickstoff-Dryd
auf mehr als 2000. Man hatte bemerkt, daß zu gewissen Jahreszeiten bestimmte Linien
im Farbenbilde fehlten; aber Brewster hat gezeigt, daß die Erscheinung Folge der verschie-
denen Sonnenhöhe und der verschiedenen Absorption der Lichtstrahlen beim Durchgang
durch die Atmosphäre ist. In den Farbenbildern, welche das zurückgeworfene Licht des
Mondes, der Venus, des Mars und der Wolken giebt, erkennt man, wie wohl zu vermu-
then stand, alle Eigenthümlichkeiten des Sonnenspectrums. Dagegen sind die dunkeln Li-
nien des Spectrums des Sirius von denen des Castor oder anderer Fixsterne verschieden.
Castor zeigt selbst andere Linien als Pollux und Procyon. Amici hat diese, schon von
Fraunhofer angedeuteten Unterschiede bestätigt, und scharfsinnig darauf aufmerksam ge-
macht, daß bei Fixsternen von jezt gleichem, völlig weißen Lichte die dunkeln Linien nicht
dieselben sind. Es bleibt hier noch ein weites und wichtiges Feld künftigen Untersuchungen
geöffnet†), um das sicher Aufgefundene von dem mehr Zufälligen, von der absorbirenden
Wirkung der Luftschichten, zu trennen.

Einer anderen Erscheinung ist hier zu erwähnen, in welcher die specifische Eigenthüm-
lichkeit der Lichtquelle einen mächtigen Einfluß äußert. Das Licht glühender fester Körper
und das Licht des electrischen Funken zeigen große Mannigfaltigkeit in der Zahl und
Lage der dunkeln Wollaston'schen Linien. Nach den merkwürdigen Versuchen von Wheat-
stone mit Drehspiegeln soll auch das Licht der Reibungs-Electricität eine min-
destens im Verhältniß von 3 zu 2 (das ist um volle 20980 geographische Meilen in Einer
Zeitsecunde) größere Geschwindigkeit haben als das Sonnenlicht.

Das neue Leben, von dem alle Theile der Optik durchdrungen worden sind, als zufällig
das von den Fenstern des Palais du Luxembourg zurückstrahlende Licht der untergeben-
den Sonne den scharfsinnigen Malus (1808) zu seiner wichtigen Entdeckung‡) der Po-
larisation leitete, hat, durch die tiefer ergründeten Erscheinungen der doppelten Brechung,
der gewöhnlichen (Huygen'schen) und der farbigen Polarisation, der Interferenz und der
Diffraction, dem Forscher unerwartete Mittel dargeboten: directes und reflectirtes Licht zu
unterscheiden||), in die Constitution des Sonnenkörpers und seiner leuchtenden Hül-

Griechen und Arabern zu Bestimmung des Monddurch-
messers dergestalt gebraucht, daß die circulare Deffnung
in der beweglichen Objectiv-Diopter größer als die der
fest stehenden Ocular-Diopter war, und erstere so lange
verschoben ward, bis die Mondscheibe, durch die Ocu-
lar-Deffnung gesehen, die Objectiv-Deffnung ausfüllte.
Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 201
und Sébillot p. 198. Die Abseher mit runden
oder Spaltöffnungen des Archimedes, welcher sich der
Schattenrichtung von zwei kleinen, an derselben Abhi-
bade befestigten Cylinder bediente, scheinen eine erst von
Hipparch eingeführte Vorrichtung zu sein (Baillif,
Hist. de l'Astr. mod. 2de éd. 1785 T. I. p. 480).
Vergl. auch: Theon Alexandrin. Bas. 1538 p.
257 und 282; les Hypotyp. de Proclus Diabo-
chus, ed. Palma 1820 p. 107 und 110; und Pto-
lem. Almag. ed. Palma a T. I. Par. 1813 p. LVII.

*) Nach Arago; s. Moigno, Répert. d'Optique
moderne 1847 p. 153.

†) Vergl. über das Verhalten der dunkeln Streifen

des Sonnenbildes im Daguerreotypie die Comptes ren-
dus des séances de l'Académie des Sciences T. XIV,
1842 p. 902 bis 904 und T. XVI. 1843 p. 402-407.

‡) Kosmos Buch II. S. 370.

||) Für die wichtige Unterscheidung des eigenen und
reflectirten Lichtes kann hier als Beispiel angeführt wer-
den Arago's Untersuchung des Cometenlichtes. Durch
Anwendung der von ihm 1811 entdeckten chromati-
schen Polarisation bewies die Erzeugung von Comple-
mentär-Farben, roth und grün, daß in dem Lichte des
Gallei'schen Cometen (1835) reflectirtes Son-
nenlicht enthalten sei. Den früheren Versuchen, mit-
teltst gleicher und ungleicher Intensität der Bilder im
Polariscop das eigene Licht der Capella mit dem des
plötzlich Anfang Juli 1819) aus den Sonnenstrahlen
heraustretenden glanzvollen Cometen zu vergleichen, habe
ich selbst beigewohnt. (Annuaire du Bureau des Long.
pour 1836 p. 232, Kosmos Buch I. S. 50 u. Anm. †).
Vessel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.)

len *) einzubringen, den Druck und den kleinsten Wassergehalt der Luftschichten zu messen, den Meeresboden und seine Klippen mittelst einer Turmalin-Platte †) zu erspähen, ja nach Newton's Vorgänge die chemische ‡) Beschaffenheit (Mischung) mehrerer Substanzen ||) mit ihren optischen Wirkungen zu vergleichen. Es ist hinlänglich, die Namen Airy, Arago, Biot, Brewster, Cauchy, Faraday, Fresnel, John Herschel, Lloyd, Malus, Neumann, Platteau, Seebeck . . . zu nennen, um eine Reihe glänzender Entdeckungen und die glücklichsten Anwendungen des neu Entdeckten dem wissenschaftlichen Leser ins Gedächtniß zu rufen. Die großen und genialen Arbeiten von Thomas Young haben diese wichtigen Bestrebungen mehr als vorbereitet. Arago's Polariscope und die beobachtete Stellung farbiger Diffractions-Fraunhofer's (Folgen der Interferenz) sind vielfach gebrauchte Hilfsmittel der Erforschung geworden. Die Meteorologie hat auf dem neu gebahnten Wege nicht minder gewonnen als die physische Astronomie.

So verschieden auch die Schkraft unter den Menschen ist, so giebt es doch auch hier für das unbewaffnete Auge eine gewisse Mittelstufe organischer Fähigkeit, die bei dem älteren Geschlechte (bei Griechen und Römern) dieselbe wie heut zu Tage war. Die Plejaden geben den Beweis dafür, daß vor mehreren tausend Jahren wie jetzt Sterne, welche die Astronomen 7ter Größe nennen, dem bloßen Auge bei mittlerer Schkraft unsichtbar blieben. Die Plejadengruppe besteht: aus einem Stern 3ter Größe, Alcyone; aus zweien 4ter, Electra und Atlas; dreien 5ter: Merope, Maja und Tangeta; zweien 6ter und 7ter, Pejone und Celaeno; einem 7ter bis 8ter, Asterope; und vielen sehr kleinen telescopischen Sternen. Ich bediene mich der jetzigen Benennung und Reihung, denn bei den Alten wurden dieselben Namen theilweise anderen Sternen beigelegt. Nur die erstgenannten sechs Sterne 3ter, 4ter und 5ter Größe wurden mit Leichtigkeit gesehen ¶). Quae septem

*) Lettre de M. Arago à M. Alexandre de Humboldt 1840 p. 37: „A l'aide d'une polariscope de mon invention, je reconnus (avant 1820), que la lumière de tous les corps terrestres incandescents, solides ou liquides, est de la lumière naturelle, tant qu'elle émane du corps sous des incidences perpendiculaires. La lumière, au contraire, qui sort de la surface incandescente sous un angle aigu, offre des marques manifestes de polarisation. Je ne m'arrête pas à te rappeler ici, comment je déduisis de ce fait la conséquence curieuse, que la lumière ne s'engendre pas seulement à la surface des corps; qu'une portion naît dans leur substance même, cette substance fût-elle du platine. J'ai seulement besoin de dire qu'en répétant la même série d'épreuves et avec les mêmes instruments sur la lumière que lance une substance gazeuse enflammée, on ne lui trouve, sous quelque inclinaison que ce soit, aucun des caractères de la lumière polarisée; que la lumière des gaz, prise à la sortie de la surface enflammée, est de la lumière naturelle, ce qui n'empêche pas qu'elle ne se polarise ensuite complètement si on la soumet à des réflexions ou à des réfractions convenables. De là une méthode très simple pour découvrir à 40 millions de lieues de distance la nature du Soleil. La lumière provenant du bord de cet astre, la lumière émanée de la matière solaire sous un angle aigu, et nous arrivant sans avoir éprouvé en route des réflexions ou des réfractions sensibles, offre-t-elle des traces de polarisation, le Soleil est un corps solide ou liquide. S'il n'y a, au contraire, aucun indice de polarisation dans la lumière du bord, la partie incandescente du Soleil est gazeuse. C'est par cet enchaînement méthodique d'observations qu'on peut arriver à des notions exactes sur la constitution physique du Soleil." (Ueber die Umhüllungen der Sonne s. Arago im Annuaire pour 1846 p. 464.) Alle umständlichen optischen Erörterungen, die ich den gedruckten oder handschriftlichen Abhandlungen meines

Freundes entlehne, gebe ich mit seinen eigenen Worten wieder, um Mißdeutungen zu vermeiden, welche bei dem Zurückersehen in die französische Sprache oder in viele andere Sprachen, in denen der Ausdruck erscheint, durch das Schwanfende der wissenschaftlichen Terminologie entstehen könnten.

†) Sur l'effet d'une lame de tourmaline taillée parallèlement aux arêtes du prisme servant, lorsqu'elle est convenablement située, à éliminer en totalité les rayons réfléchis par la surface de la mer et mêlés à la lumière provenant de l'écuil. S. Arago, Instructions de la Bonite im dem Annuaire pour 1836 p. 339-343.

‡) De la possibilité de déterminer les pouvoirs réfringents des corps d'après leur composition chimique (angewandt auf das Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff in der atmosphärischen Luft, auf den Wasserstoffgehalt im Ammoniak und im Wasser, auf die Kohlenäure, den Alkohol und den Diamant) s. Biot et Arago, Mémoire sur les affinités des corps pour la lumière, März 1806; auch Mémoires mathém. et phys. de l'Institut T. VII. p. 327-346 und mein Mémoire sur les réfractions astronomiques dans la zone torride in dem Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 115 und 122.

||) Expériences de Mr. Arago sur la puissance réfractive des corps diaphanes (de l'air sec et de l'air humide) par le déplacement des franges in Signe, Répertoire d'Optique mod. 1847 p. 169-162.

¶) Um die Behauptung des Aratus, daß in den Plejaden nur sechs Sterne sichtbar sind, zu widerlegen, sagt Hipparch (ad Arati phaen. I. pag. 190 in Uranologio Petavii): „Dem Aratus ist ein Stern entgangen. Denn wenn man in einer heiteren und mondlosen Nacht sein Auge auf die Constellation scharf heftet, so erscheinen in derselben sieben Sterne: daher es wunderbar scheinen kann, daß Aratus bei seiner Beschreibung der Plejaden ihm (dem Aratus) auch dieses

dici, sex tamen esse solent; sagt Ovidius (Fast. IV. 170). Man hielt eine der Atlas-Töchter, Merope, die einzige, die sich mit einem Sterblichen vermählt, für schaamvoll verhüllt, auch wohl für ganz verschwunden. Sie ist wahrscheinlich der Stern fast 7ter Größe, welchen wir Celaeno nennen; denn Hipparch im Commentar zu Aratus bemerkt, daß bei heiterer mondleerer Nacht man wirklich sieben Sterne erkenne. Man sah dann Celaeno; denn Plejone, bei gleicher Helligkeit, steht dem Atlas, einem Stern 4ter Größe, zu nahe.

Der kleine Stern Alcor, unser Reuterchen, welcher nach Triesnecker in 11' 48" Entfernung von Mizar im Schwanz des großen Bären steht, ist nach Argelander 5ter Größe, aber durch die Strahlen von Mizar überglänzt. Er wurde von den Arabern Saidak, der Prüfer, genannt: weil, wie der persische Astronom Kazwini *) sagt, „man an ihm die Schraube zu prüfen pflegte.“ Ich habe Alcor mit unbewaffnetem Auge, trotz der niedrigen Stellung des großen Bären unter den Tropen, jeden Abend an der regenlosen Küste von Cumana und auf den 12000 Fuß hohen Ebenen der Cordilleren in großer Deutlichkeit, nur selten und ungewisser in Europa und in den trockenen Luftschichten der nord-asiatischen Steppen erkannt. Die Grenze, innerhalb deren es dem unbewaffneten Auge nicht mehr möglich ist zwei sich sehr nahe stehende Objecte am Himmel von einander zu trennen, hängt, wie Mädler sehr richtig bemerkt, von dem relativen Glanze der Sterne ab. Die beiden mit α Capricorni bezeichneten Sterne 3ter und 4ter Größe werden in gegenseitiger Entfernung von $6\frac{1}{2}$ Minute ohne Mühe als getrennt erkannt. Galle glaubt noch bei sehr heiterer Luft ϵ und δ Lyrae in $3\frac{1}{2}$ Minute Distanz mit bloßem Auge zu sondern, weil beide 4ter Größe sind.

Das Ueberglänzen durch die Strahlen des nahen Planeten ist auch die Hauptursach, warum die Jupiterstrahanten, welche aber nicht alle, wie man oft behauptet, einen Lichtglanz von Sternen 5ter Größe haben, dem unbewaffneten Auge unsichtbar bleiben. Nach neueren Schätzungen und Vergleichung meines Freundes, des Dr. Galle, mit nahe stehenden Sternen ist der dritte Trabant, der hellste, vielleicht 5ter bis 6ter Größe, während die anderen bei wechselnder Helligkeit 6ter bis 7ter Größe sind. Nur einzelne Beispiele werden angeführt, wo Personen von außerordentlicher Scharfsichtigkeit, d. h. solche, welche mit bloßen Augen schwächere Sterne als die 6ter Größe deutlich erkennen, einzelne Jupiters-

Berschen hat durchgehen lassen, als sei dessen Angabe in der Ordnung.“ Merope wird in den dem *Cratosthenes* zugeschriebenen *Catasterismen* (XXIII) die unsichtbare, *παραφανής*, genannt. Ueber einen mythologischen Zusammenhang des Namens der Verschleierte (Tochter des Atlas) mit geographischen Mythen in der *Meropis* des Theopompus, wie mit dem großen *fantastischen* Continent des *Plutarch* und der *Atlantis* s. mein *Examen crit. de l'hist. de la Géographie* T. I p. 170. Vergl. auch *J. B. Deler*, Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. 145, und in Hinsicht astronomischer Ortsbestimmung *Mädler*, *Untersuch. über die Fixstern-Systeme* Th. II. 1848 S. 36 und 166, wie *Batley* in den *Mem. of the Astr. Soc.* Vol. XIII. p. 33.

*) *J. B. Deler*, Stern-Namen, S. 19 und 25. — „On observe“, sagt *Argo*, „qu'une lumière forte fait disparaître une lumière faible placée dans le voisinage. Quelle peut en être la cause? Il est possible physiologiquement que l'ébranlement communiqué à la rétine par la lumière forte s'étend au delà des points que lumière forte a frappés, et que cet ébranlement secondaire absorbe et neutralise en quelque sorte l'ébranlement provenant de la seconde et faible lumière. Mais sans entrer dans ces causes physiologiques, il y a une cause directe qu'on peut indiquer pour la disparition de la faible lumière: c'est que les rayons provenant de la grande n'ont pas seulement formé une image nette sur la rétine, mais se sont dispersés aussi sur toutes les parties de cet organe à cause des imperfections de

transparence de la cornée. — Les rayons du corps plus brillant a en traversant la cornée se comportent comme en traversant un corps légèrement dépoli. Une partie de ces rayons réfractés régulièrement forme l'image même de a , l'autre partie *dispersée* éclaire la totalité de la rétine. C'est donc sur ce fond lumineux que se projette l'image de l'objet voisin b . Cette dernière image doit donc disparaître ou être affaiblie. De jour deux causes contribuent à l'affaiblissement des étoiles. L'une de ces causes c'est l'image distincte de cette portion de l'atmosphère comprise dans la direction de l'étoile (de la portion aérienne placée entre l'œil et l'étoile) et sur laquelle l'image de l'étoile vient de se peindre; l'autre cause c'est la lumière diffuse provenant de la dispersion que les défauts de la cornée impriment aux rayons émanants de tous les points de l'atmosphère visible. De nuit les couches atmosphériques interposées entre l'œil et l'étoile vers laquelle on vise, n'agissent pas; chaque étoile du firmament forme une image plus nette, mais une partie de leur lumière se trouve dispersée à cause du manque de diaphanéité de la cornée. Le même raisonnement s'applique à une deuxième, troisième . . . millième étoile. La rétine se trouve donc éclairée en totalité par une lumière diffuse, proportionnelle au nombre de ces étoiles et à leur éclat. On conçoit par-là que cette somme de lumière diffuse affaiblisse ou fasse entièrement disparaître l'image de l'étoile vers laquelle on dirige la vue.“ (*Argo*, handschriftliche Aufsätze vom Jahr 1847.)

trabanten ohne Fernrohr gesehen haben. Die Angular-Entfernung des dritten, überaus hellen Trabanten ist vom Centrum des Planeten $4' 42''$; die des vierten, welcher nur $\frac{1}{6}$ kleiner als der größte ist, $8' 16''$; und alle Jupitersmonde haben, wie Arago behauptet *), zuweilen auf gleicher Oberfläche ein intensiveres Licht, als der Planet; zuweilen erscheinen sie dagegen auf dem Jupiter als graue Flecken, wie neuere Beobachtungen gelehrt haben. Die überdeckenden Strahlen und Schwänze, welche unserem Auge als von den Planeten und Fixsternen ausgehend erscheinen, und seit den frühesten Zeiten der Menschheit in bildlichen Darstellungen, besonders bei den Aegyptern, die glänzenden Himmelskörper bezeichnen (Hassenfratz erklärt sie für Brennpuncten, intersections de deux caustiques, auf der Krystalllinse), haben mindestens 5 bis 6 Minuten Länge.

„Das Bild der Sterne, die wir mit bloßen Augen sehen, ist durch divergirende Strahlen vergrößert; es nimmt durch diese Ausdehnung auf der Netzhaut einen größeren Raum ein, als wenn es in einem einzelnen Punkte concentrirt wäre. Der Nerveneindruck ist schwächer. Ein sehr dichter Sternschwarm, in welchem die einzelnen Sterne alle kaum 7ter Größe sind, kann dagegen dem unbewaffneten Auge sichtbar werden, weil die Bilder der vielen einzelnen Sterne sich auf der Netzhaut über einander legen und daher jeder sensible Punkt derselben, wie bei einem concentrirten Bilde, verstärkt angeregt wird †).“

*) Arago im Annuaire pour 1842 p. 284 und in den Comptes rendus T. XV. 1842 p. 750 (Edum. Astr. Nachr. No. 702). „In Bezug auf Ihre Vermuthungen über die Sichtbarkeit der Jupiterstrabanten,“ schreibt mir Herr Dr. Galle, „habe ich einige Schätzungen der Größe angestellt, jedoch gegen mein eigenes Erwarten gefunden, daß dieselben nicht 5ter Größe, sondern höchstens 6ter oder nur 7ter Größe sind. Bloß der hellste, dritte Trabant zeigte sich einem benachbarten Sterne 6ter Größe (den ich in einiger Entfernung vom Jupiter nur eben mit unbewaffnetem Auge erkennen konnte) etwa gleich: so daß, mit Rücksicht auf den Schein des Jupiters, dieser Trabant vielleicht 5ter bis 6ter Größe geschätzt werden könnte, wenn er isolirt stände. Der 4te Trabant besaß sich in seiner größten Elongation; ich konnte ihn aber nur 7ter Größe schätzen. Die Strahlen des Jupiter würden die Sichtbarkeit dieser Trabanten nicht hindern, noch derselbe heller wäre. Nach Vergleichen des Aldebaran mit dem benachbarten, deutlich als doppelt erkennbaren Stern γ Tauri (mit $5\frac{1}{2}$ Minute Distanz) schätze ich für ein gewöhnliches Auge die Strahlung des Jupiters auf mindestens 5 bis 6 Minuten.“ Diese Schätzungen stimmen mit denen von Arago überein; dieser glaubt sogar, daß die falschen Strahlen bei einigen Personen das Doppelte betragen. Die mittleren Entfernungen der 4 Trabanten vom Centrum des Hauptplaneten sind bekanntlich $1' 51''$, $2' 57''$, $4' 42''$ und $8' 16''$. „Si nous supposons que l'image de Jupiter, dans certains yeux exceptionnels, s'épanouisse seulement par des rayons d'une ou deux minutes d'amplitude, il ne semblera pas impossible que les satellites soient de tous en tous aperçus, sans avoir besoin de recourir à l'artifice de l'augmentation. Pour vérifier cette conjecture, j'ai fait construire une petite lunette dans laquelle l'objectif et l'oculaire ont à peu près le même foyer, et qui dès lors ne grossit point. Cette lunette ne détruit pas entièrement les rayons divergents, mais elle en réduit considérablement la longueur. Cela a suffi pour qu'un Satellite convenablement éclairé de la planète, soit devenu visible. Le fait a été constaté par tous les jeunes astronomes de l'Observatoire.“ Arago in den Comptes rendus T. XV. (1842) p. 751. — Als ein merkwürdiges Beispiel der Scharfsichtigkeit und großen Sensibilität der Netzhaut einzelner Individuen, welche mit unbewaffnetem Auge Jupiters-Trabanten sehen, kann ein 1837 in Breslau verstorbenen Schneidermeister Schön angeführt werden, über den mir der gelehrte und thätige Director der vor-

tigen Sternwarte, Herr von Boguslawski, interessante Mittheilungen gemacht hat. „Nachdem man sich mehrfach seit 1820 durch ernste Prüfung überzeugt hatte, daß in heiteren, mondlosen Nächten Schön die Stellung von Jupiterstrabanten, selbst von mehreren zugleich, richtig angab, und man ihn von den Ausstrahlungen und Sternschwänzen sprach, die Andere zu hindern schienen, ein Gleiches zu thun; äußerte Schön seine Verwunderung über jene hindernenden Ausstrahlungen. Aus den lebhaft geführten Debatten zwischen ihm und den Umstehenden über die Schwierigkeit des Sehens der Trabanten mit bloßem Auge mußte der Schluß gezogen werden, dem Schön seien Planeten und Fixsterne immer frei von Strahlen, wie leuchtende Punkte, erschienen. Am besten sah er den dritten Trabanten: auch wohl den ersten, wenn er gerade in der größten Digression war; nie aber sah er den zweiten und vierten allein. Bei nicht ganz günstiger Luft erschienen ihm die Trabanten bloß als schwache Lichtstreifen. Kleine Fixsterne, vielleicht wegen des funkelnden, milder ruhigen Lichtes, verwechselte er bei den Verjüchen nie mit Trabanten. Einige Jahre vor seinem Tode flagte mir Schön, daß seine alternden Augen nicht mehr bis zu den Jupitermonden reichten, und daß sie jetzt auch bei heiterer Luft ihm einzeln nur ihre Stelle als leichte, schwache Striche bezeichnen.“ Die eben erwähnten Versuche stimmen ganz mit dem, was längst über die relative Helligkeit der Jupiterstrabanten bekannt ist; denn Helligkeit und Qualität des Lichtes wirken bei Individuen von so großer Vollkommenheit und Sensibilität des Organes wahrscheinlich mehr als Abstand vom Hauptplaneten. Schön sah nie den 2ten und 4ten Trabanten. Jener ist der kleinste von allen: dieser nach dem 3ten allerdings der größte und fernste, aber periodisch von bunter Färbung und gewöhnlich der lichtschwächste unter den Trabanten. Von dem 3ten und 1sten, die am besten und häufigsten mit unbewaffnetem Auge gesehen wurden, ist jener, der größte aller, in der Regel der hellste, und von sehr entschieden gelber Farbe; dieser, der 1ste, übertrifft hiezuwilen in der Intensität seines hellgelben Lichtes den Glanz des 3ten und viel größeren. (Mäbler, Astron. 1846 S. 231–234 und 439.) Wie durch eigene Brechungs-Verhältnisse im Sehorgan entfernte leuchtende Punkte als leichte Streifen erscheinen können, zeigen Sturm und Airy in den Comptes rendus T. XX. p. 764–766.

†) „L'image épanouie d'une étoile de 7^{me} grandeur n'ébranle pas suffisamment la rétine: elle n'y fait pas naître une sensation appréciable de lumière.

Fernröhre und Telescope geben leider! wenn gleich in einem weit geringeren Grade, den Sternen einen unwahren, facticen Durchmesser. Nach den schönen Untersuchungen von William Herschel*) nehmen aber diese Durchmesser ab mit zunehmender Stärke der Vergrößerung. Der scharfsinnige Beobachter schätzte den scheinbaren Durchmesser von Vega der Leyer bei der ungeheuren Vergrößerung von 6500 Mal noch zu $0'',36$. Bei terrestrischen Gegenständen bestimmt außer der Beleuchtung auch die Form des Gegenstandes die Größe des kleinsten Schwinfels für das unbewaffnete Auge. Schon Adams hat sehr richtig bemerkt, daß eine dünne lange Stange viel weiter sichtbar ist als ein Quadrat, dessen Seite dem Durchmesser derselben gleich ist. Einen Strich sieht man weiter als einen Punkt, auch wenn beide gleichen Durchmesser haben. Arago hat durch Winkelmessung der von der Pariser Sternwarte aus sichtbaren fernen Blihableiter den Einfluß der Gestalt (des Umrisses der Bilder) vielfältigen Messungen unterworfen. In der Bestimmung des kleinstmöglichen optischen Schwinfels, unter welchem irdische Objecte dem bloßen Auge erkenntlich sind, ist man seit Robert Hooke, der noch streng eine volle Minute festsetzte, bis Tobias Mayer, welcher $34''$ für einen schwarzen Fleck auf weißem Papiere forderte, ja bis zu Leeuwenhoek's Spinnfäden (unter einem Winkel von $4'',7$ bei sehr gewöhnlicher Sehkraft sichtbar), immer vermindernd fortgeschritten. In den neuesten, sehr genauen Versuchen Hued's über das Problem von der Bewegung der Krystalllinse wurden weiße Striche auf schwarzem Grunde unter einem Winkel von $1'',2$; ein Spinnenfaden bei $0'',6$; ein feiner glänzender Draht bei kaum $0'',2$ gesehen. Das Problem ist gar nicht im allgemeinen numerisch zu lösen, da alles von den Bedingungen der Gestalt der Objecte, ihrer Erleuchtung, ihres Contrastes mit dem Hintergrunde, von dem sie sich abheben, der Bewegung oder Ruhe und der Natur der Luftschichten, in denen man sich befindet, abhängt.

Einen lebhaften Eindruck machte es mir einst, als auf einem reizenden Landfise des Marques de Selvaegre, zu Chillo (unfern Quito), wo man den langgestreckten Rücken des Vulkans Pichincha in einer, trigonometrisch gemessenen, horizontalen Entfernung von 85000 Pariser Fuß vor sich ausgestreckt sieht, die Indianer, welche neben mir standen, meinen Reisebegleiter Bonpland, der eben allein in einer Expedition nach dem Vulkan begriffen war, als einen weißen, sich vor schwarzen basaltischen Felswänden fortbewegenden Punkt früher erkannten, als wie ihn in den aufgestellten Fernröhren auffanden. Auch mir und dem unglücklichen Sohn des Marques, Carlos Montufar (später im Bürgerkriege hingeopfert), wurde bald das weiße sich bewegende Bild bei unbewaffnetem Auge sichtbar. Bonpland war in einen weißen baumwollenen Mantel (dem landesüblichen Poncho) gehüllt. Bei der Annahme der Schulterbreite von 3 bis 5 Fuß, da der Mantel bald fest anlag, bald weit zu flattern schien, und bei der bekannten Entfernung ergaben sich $7''$ bis

Si l'image n'duit point épanouie (par des rayons divergents), la sensation aurait plus de force, et l'étoile se verrait. La première classe d'étoiles invisibles à l'œil nu ne serait plus alors la septième: pour la trouver, il faudrait peut-être descendre alors jusqu'à la 12^e. Considérons un group d'étoiles de 7^e grandeur tellement rapprochées les unes des autres que les intervalles échappent nécessairement à l'œil. Si la vision avait de la netteté, si l'image de chaque étoile était très petite et bien terminée, l'observateur apercevrait un champ de lumière dont chaque point aurait l'éclat concentré d'une étoile de 7^e grandeur. L'éclat concentré d'une étoile de 7^e grandeur suffit à la vision à l'œil nu. Le groupe serait donc visible à l'œil nu. Dilatons maintenant sur la rétine l'image de chaque étoile du groupe; remplaçons chaque point de l'ancienne image générale par un petit cercle: ces cercles empièteront les uns sur les autres, et les divers points de la rétine se trouveront éclairés par de la lumière venant simultanément de plusieurs étoiles. Pour peu qu'on y réfléchisse, il restera évident qu'excepté sur les

bords de l'image générale, l'aire lumineuse ainsi éclairée a précisément, à cause de la superposition des cercles, la même intensité que dans le cas où chaque étoile n'éclairer qu'un seul point au fond de l'œil; mais si chacun de ces points reçoit une lumière égale en intensité à la lumière concentrée d'une étoile de 7^e grandeur, il est clair que l'épanouissement des images individuelles des étoiles contiguës ne doit pas empêcher la visibilité de l'ensemble. Les instruments télescopiques ont, quoiqu'à un beaucoup moindre degré, le défaut de donner aussi aux étoiles un diamètre sensible et factice. Avec ces instruments, comme à l'œil nu, on doit donc apercevoir des groupes, composés d'étoiles inférieures en intensité à celles que les mêmes lunettes ou télescopes feraient apercevoir isolément." Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 284.

*) Sir William Herschel in den Philos. Transact. for 1803 Vol. 93 p. 225 und for 1805 Vol. 95 p. 184. Vergl. Arago im Annuaire pour 1842 p. 360-374.

12" für den Winkel, unter welchem der bewegte Gegenstand deutlich gesehen wurde. Weiße Objecte auf schwarzem Grund werden nach Hued's wiederholten Versuchen weiter gesehen als schwarze Objecte auf weißem Grunde. Der Lichtstrahl kam bei heiterem Wetter durch dünne Luftschichten von 14412 Fuß Höhe über der Meeresfläche, zu unserer Station in Chillo, das selbst noch 8046 Fuß hoch liegt. Die ansteigende Entfernung war 85596 Fuß oder $3\frac{7}{10}$ geographische Meilen; der Stand von Barometer und Thermometer in beiden Stationen sehr verschieden, oben wahrscheinlich 194 Lin. und 8° C., unten nach genauer Beobachtung 250, 2 Lin. und $18^{\circ}, 7$ C. Das Gaußsche, für unsere deutschen trigonometrischen Messungen so wichtig gewordene Heliotrop-Licht wurde, vom Broden aus auf den Hohenhagen reflectirt, dort mit bloßem Auge in einer Entfernung von 213,000 Par. Fuß (mehr als 9 geographische Meilen) gesehen: oft an Punkten, in welchen die scheinbare Breite eines dreißigfüßigen Spiegels nur $0'', 43$ betrug.

Die Absorption der Lichtstrahlen, welche von dem irdischen Gegenstände ausgehen und in ungleichen Entfernungen durch dichtere oder dünnere, mit Wasserdunst mehr oder minder geschwängerte Luftschichten zu dem unbewaffneten Auge gelangen; der hindernde Intensitätsgrad des diffusen Lichtes, welches die Lufttheilchen ausstrahlen, und viele noch nicht ganz aufgeklärte meteorologische Processe modificiren die Sichtbarkeit ferner Gegenstände. Ein Unterschied der Lichtstärke von $\frac{1}{100}$ ist nach alten Versuchen des immer so genauen Bouguer zur Sichtbarkeit nöthig. Man sieht, wie er sich ausdrückt, nur auf negative Weise wenig lichtstrahlende Berggipfel, die sich als dunkle Massen von dem Himmelsgewölbe abheben. Man sieht sie bloß durch die Differenz der Dichte der Luftschichten, welche sich bis zu dem Objecte oder bis zum äußersten Horizont erstrecken. Dagegen werden auf positive Weise stark leuchtende Gegenstände, wie Schneeberge, weiße Kalkfelsen und Blomstein-Regel, gesehen. Die Entfernung, in welcher auf dem Meere hohe Berggipfel erkannt werden können, ist nicht ohne Interesse für die praktische Nautik, wenn genaue astronomische Ortsbestimmungen für die Lage des Schiffes fehlen. Ich habe diesen Gegenstand an einem andern Orte*) bei Gelegenheit der Sichtbarkeit des Pico von Teneriffa umständlich behandelt.

Das Sehen der Sterne bei Tage mit bloßem Auge in den Schächten der Bergwerke und auf sehr hohen Gebirgen ist seit früher Jugend ein Gegenstand meiner Nachforschung gewesen. Es war mir nicht unbekannt, daß schon Aristoteles †) behaupte, Sterne werden bisweilen aus Erdgewölben und Cisternen wie durch Röhren gesehen. Auch Plinius erwähnt dieser Sage, und erinnert dabei an die Sterne, die man bei Sonnenfinsternissen deutlichst am Himmelsgewölbe erkenne. Ich habe in Folge meines Berufs als praktischer Bergmann mehrere Jahre lang einen großen Theil des Tages in den Gruben zugebracht und durch tiefe Schächte das Himmelsgewölbe im Zenith betrachtet, aber nie einen Stern gesehen; auch in mexicanischen, peruanischen und sibirischen Bergwerken nie ein Individuum aufgefunden, das vom Sternsehen bei Tage hätte reden hören: obgleich unter

*) *Sumbolzt, Relation hist. du Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 92-97 und Bouguer, Traité d'Optique p. 360 und 365. (Vergl. auch Cap. Bredén im Manual of scientific Enquiry for the use of the R. Navy 1849 p. 71.)*

7) Die von Buffon erwähnte Stelle des Aristoteles findet sich in einem Buche, wo man sie am wenigsten gesucht hätte: in dem de generat. animal. V, l. p. 780 Besser. Sie lautet genau übersetzt folgendermaßen: „Scharf sehen heißt einerseits vermögen fern zu sehen, andererseits die Unterschiede des Gesehenen genau erkennen. Beides ist nicht zugleich bei denselben (Individuen) der Fall. Denn derjenige, welcher sich die Hand, über die Augen hält oder durch eine Röhre sieht, ist nicht mehr und nicht weniger im Stande, die Unterschiede der Farben zu ergründen, wird aber wohl die Gegenstände in größerer Entfernung sehen. So kommt

es ja auch vor, daß die, welche in Erbgewölben und Eisternen sich befinden, von da aus hie-
weilen Sterne sehen.“ Ὀρύγματα und beson-
ders ὀπίρα sind unterirdische Eisternen oder Duellge-
mächter, welche in Griechenland, wie als Augenzeuge
Prof. Franz bemerkt, durch einen senkrechten Schacht
mit Luft und Licht in Verbindung gesetzt sind und sich
nach unten wie der Hals einer Flasche erweitern. Pli-
nius (lib. II cap. 14) sagt: „Altitudo cogit mino-
res videri stellas; affixas caelo Solis fulgor interdiu
non cerni, quum aequae ac noctu luceant: idque
manifestum fiat defectu solis et praecalis putei.“
Clemens (Cycl. Theor. pag. 83 Bate) spricht
nicht von bei Tage gesehenen Sternen, behauptet aber:
„daß die Sonne, aus tiefen Eisternen betrachtet, größer
erscheine wegen der Dunkelheit und feuchten Luft.“

so verschiedenen Breitengraden, unter denen ich in beiden Hemisphären unter der Erde war, sich doch Zenithal-Sterne genug hätten vortheilhaft dem Auge darbieten können. Bei diesen ganz negativen Erfahrungen ist mir um so auffallender das sehr glaubwürdige Zeugniß eines berühmten Optikers gewesen, der in früher Jugend Sterne bei hellem Tage durch einen Rauchfang erblickte*). Erscheinungen, deren Sichtbarkeit von dem zufälligen Zusammentreffen begünstigender Umstände abhängt, müssen nicht darum geläugnet werden, weil sie so selten sind.

Dieser Grundsatz findet, glaube ich, seine Anwendung auch auf das von dem immer so gründlichen Saussure behauptete Sehen der Sterne mit bloßen Augen bei hellem Tage am Abfall des Montblanc, auf der Höhe von 11970 Fuß. „*Quelques-uns des guides m'ont assuré,*“ sagt der berühmte Alpenforscher, „*avoir vu des étoiles en plein jour; pour moi je n'y songeois pas, en sorte que je n'ai point été le témoin de ce phénomène; mais l'assertion uniforme des guides ne me laisse aucun doute sur la réalité* †). Il faut d'ailleurs être entièrement à l'ombre, et avoir même au-dessus de la tête une masse d'ombre d'une épaisseur considérable, sans quoi l'air trop fortement éclairé fait évanouir la faible clarté des étoiles.“ Die Bedingungen sind also fast ganz dieselben, welche die Cisternen der Alten und der eben erwähnte Rauchfang dargeboten haben. Ich finde diese merkwürdige Behauptung (vom Morgen des 2. August 1787) in keiner anderen Reise durch die schweizer Gebirge wiederholt. Zwei kenntnißvolle, vortreffliche Beobachter, die Gebrüder Hermann und Adolph Schlaginweit, welche neuerlichst die östlichen Alpen bis zum Gipfel des Großglockners (12213 Fuß) durchforscht haben, konnten nie Sterne bei Tage sehen, noch haben sie die Sage unter den Hirten und Gemsjägern gefunden. Ich habe mehrere Jahre in den Cordilleren von Mexico, Quito und Peru zugebracht und bin so oft mit Bonpland bei heiterem Wetter auf Höhen von mehr als vierzehn- oder fünfzehn-tausend Fuß gewesen, und nie habe ich oder später mein Freund Boussingault Sterne am Tage erkennen können: obgleich die Himmelsbläue so tief und dunkel war, daß sie an demselben Cyanometer von Paul in Genf, an welchem Saussure auf dem Montblanc 39° ablas, von mir unter den Tropen (zwischen 16000 und 18000 Fuß Höhe) im Zenith auf 46° geschätzt wurde ‡). Unter dem herrlichen, ätherreinen Himmel von Cumana, in der Ebene des Littorals, habe ich aber mehrmals und leicht, nach Beobachtung von Trabanten-Verfinsterungen, Jupiter mit bloßen Augen wieder aufgefunden und deutlich gesehen, wenn die Sonnenscheibe schon 18° bis 20° über dem Horizont stand.

Es ist hier der Ort wenigstens beiläufig einer anderen optischen Erscheinung zu erwähnen, die ich, auf allen meinen Bergbesteigungen, nur Cimal, und zwar vor dem Aufgang der Sonne, den 22. Junius 1799 am Abhange des Pico von Teneriffa, beobachtete. In Malpays, ohngefähr in einer Höhe von 10700 Fuß über dem Meere, sah ich mit unbewaffnetem Auge tief stehende Sterne in einer wunderbar schwankenden Bewegung. Leuchtende Punkte stiegen aufwärts, bewegten sich seitwärts und fielen an die vorige Stelle zurück. Das Phänomen dauerte nur 7 bis 8 Minuten und hörte auf lange vor dem Erscheinen der Sonnenscheibe am Meerhorizont. Dieselbe Bewegung war in einem Fernrohr sichtbar; und es blieb kein Zweifel, daß es die Sterne selbst waren, die sich bewegten §§).

*) „We have ourselves heard it stated by a celebrated optician, that the earliest circumstance which drew his attention to astronomy, was the regular appearance, at a certain hour, for several successive days, of a considerable star, through the shaft of a chimney.“ John Herschel, *Outlines of Astr.* § 61. Die Rauchfangsebrer, bei denen ich nachgeforcht, berichteten bloß, aber ziemlich gleichförmig: daß sie bei Tage nie Sterne gesehen, daß aber bei Nacht ihnen aus diesen Abhören die Himmelsbede ganz nahe, und die Sterne wie vergrößert schienen. Ich enthalte mich al-

ler Betrachtung über den Zusammenhang beider Illusionen.

†) Saussure, *Voyage dans les Alpes* (Neuchâtel 1779. 4^o) T. IV. § 2007 p. 199.

‡) Humboldt, *Essai sur la Géographie des Plantes* p. 103. Vergl. auch mein *Voy. aux Régions équinox.* T. I. p. 143 und 248.

§) Humboldt in Fr. v. Zach's monatlicher Correspondenz zur Erd- und Himmelskunde Bb. I. 1800 S. 396; derselbe im *Voy. aux Régions équinox.* T. I. p. 125: „On croyoit voir de petites fusées lancées

Gehörte diese Ortsveränderung zu der so viel bestrittenen lateralen Strahlenbrechung? Bietet die wellenförmige Undulation der aufgehenden Sonnenscheibe, so gering sie auch durch Messung gefunden wird, in der lateralen Veränderung des bewegten Sonnenrandes einige Analogie dar? Nahe dem Horizont wird ohnedies jene Bewegung scheinbar vergrößert. Fast nach einem halben Jahrhundert ist dieselbe Erscheinung des Sternschwankens, und genau an denselben Orte in Malpays, wieder vor Sonnenaufgang, von einem unterrichteten und sehr aufmerksamen Beobachter, dem Prinzen Albrecht von Preußen, zugleich mit bloßen Augen und im Fernrohr beobachtet worden! Ich fand die Beobachtung in seinem handschriftlichen Tagebuche; er hatte sie eingetragen, ohne, vor seiner Rückkunft von dem Amazonenstrom, erfahren zu haben, daß ich etwas ganz ähnliches gesehen *). Auf dem Rücken der Andeskette oder bei der häufigen Luftspiegelung (Kimmung, mirage) in den heißen Ebenen (Llanos) von Südamerika habe ich, trotz der so verschiedenartigen Mischung ungleich erwärmter Luftschichten, keine Spur lateraler Refraction je finden können. Da der Pic von Teneriffa uns so nahe ist und oft von wissenschaftlichen, mit Instrumenten versehenen Reisenden kurz vor Sonnenaufgang besucht wird, so darf man hoffen, daß die hier von mir erneuerte Aufforderung zur Beobachtung des Sternschwankens nicht wieder ganz verhallen werde.

Ich habe bereits darauf aufmerksam gemacht, wie lange vor der großen Epoche der Erfindung des telescopischen Sehens und seiner Anwendung auf Beobachtung des Himmels, also vor den denkwürdigen Jahren 1608 und 1610, ein überaus wichtiger Theil der Astronomie unseres Planetensystems bereits begründet war. Den ererbten Schatz des griechischen und arabischen Wissens haben Georg Purbach, Regiomontanus (Johann Müller) und Bernhard Walther in Nürnberg durch mühevollen, sorgfältigen Arbeiten vermehrt. Auf ihr Bestreben folgt eine kühne und großartige Gedankenentwicklung, das System des Copernicus; es folgen der Reichthum genauer Beobachtungen des Tycho, der combinirende Scharfsinn und der beharrliche Rechnungstrieb von Kepler. Zwei große Männer, Kepler und Galilei, stehen an dem wichtigsten Wendepunkt, den die Geschichte der messenden Sternkunde darbietet; beide bezeichnen die Epoche, wo das Beobachten mit unbewaffnetem Auge, doch mit sehr verbesserten Meßinstrumenten, sich von dem telescopischen Sehen scheidet. Galilei war damals schon 44, Kepler 37 Jahre alt; Tycho, der genaueste messende Astronom dieser großen Zeit, seit sieben Jahren todt. Ich habe schon früher (Kosmos Buch II, S. 367) erwähnt, daß Kepler's drei Gesetze, die seinen Namen auf ewig verherrlicht haben, von keinem seiner Zeitgenossen, Galilei selbst nicht ausgenommen, mit Lob erwähnt worden sind. Auf rein empirischem Wege entdeckt, aber für das Ganze der Wissenschaft folgereicher als die vereinzelte Entdeckung ungesehener Weltkörper, gehören sie ganz der Zeit des natürlichen Sehens, der Tychonischen Zeit, ja den Tychonischen Beobachtungen selbst an, wenn auch der Druck der Astronomia nova, seu Physica coelestis de motibus Stellae Martis erst 1609 vollendet, und gar das dritte Gesetz, nach welchem sich die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten, wie die Würfel der mittleren Entfernung, erst in der Harmonice Mundi 1619 entwickelt wurde.

Der Uebergang des natürlichen zum telescopischen Sehen, welcher das erste

dans l'air. Des points lumineux, élevés de 7 à 8 degrés, paroissoient d'abord se mouvoir dans le sens vertical, mais puis se convertir en une véritable oscillation horizontale. Ces points lumineux étoient des images de plusieurs étoiles agrandies (en apparence) par les vapeurs et revenant au même point d'où elles étoient parties."

*) Prinz Albrecht von Preußen, Aus meinem Tagebuche 1847 S. 213. Gängt die von mir beschriebene Erscheinung vielleicht mit der zusammen, wel-

che Carlini beim Durchgange des Polarsterns und dessen Oscillationen von 10–12 Secunden in dem stark vergrößerten Mailänder Mittagsfernrohr beobachtet hat? (S. Zach, Correspondance astronomique et géogr. Vol. II. 1819 p. 84.) Brande, (Gehler's umgearb. phys. Wörterb. Bd. IV. S. 549) will sie auf Luftspiegelung (mirage) zurückführen. Auch das sternartige Heliotrop-Licht sah ein vortrefflicher und geübter Beobachter, Dr. Ernst Weeyer, oft in horizontalen Fin-

Zehnthheil des siebzehnten Jahrhunderts bezeichnet und für die Astronomie (die Kenntniß des Weltraumes) noch wichtiger wurde, als es für die Kenntniß der irdischen Räume das Jahr 1492 gewesen war, hat nicht blos den Blick in die Schöpfung endlos erweitert; er hat auch, neben der Bereicherung des menschlichen Ideenkreises, durch Darlegung neuer und verwickelter Probleme das mathematische Wissen zu einem bisher nie erreichten Glanze erhoben. So wirkt die Stärkung sinnlicher Organe auf die Gedankenwelt, auf die Stärkung intellectueller Kraft, auf die Veredlung der Menschheit. Dem Fernrohr allein verdanken wir in kaum drittehalb Jahrhunderten die Kenntniß von 13 neuen Planeten, von 4 Trabanten-Systemen (4 Monden des Jupiter, 8 des Saturn, 4, vielleicht 6 des Uranus, 1 des Neptun), von den Sonnenflecken und Sonnenfädeln, den Phasen der Venus, der Gestalt und Höhe der Mondberge, den winterlichen Polarzonen des Mars, den Streifen des Jupiter und Saturn, den Ringen des letzteren, den inneren (planetarischen) Cometen von kurzer Umlaufszeit, und von so vielen anderen Erscheinungen, die ebenfalls dem bloßen Auge entgehen. Wenn unser Sonnensystem, das so lange auf 6 Planeten und einen Mond beschränkt schien, auf die eben geschilderte Weise in 240 Jahren bereichert worden ist, so hat der sogenannte Fixsternhimmel schichtenweise eine noch viel unerwartetere Erweiterung gewonnen. Tausende von Nebelflecken, Sternhaufen und Doppelsternen sind aufgezählt. Die veränderliche Stellung der Doppelsterne, welche um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen, hat, wie die eigene Bewegung aller Fixsterne, erwiesen, daß Gravitations-Kräfte in jenen fernen Welträumen wie in unseren engen planetarischen, sich wechselseitig störenden Kreisen walten. Seitdem Morin und Gascoigne (freilich erst 25 bis 30 Jahre nach Erfindung des Fernrohrs) optische Vorrichtungen mit Meßinstrumenten verbanden, haben feinere Bestimmungen der Ortsveränderung in den Gestirnen erreicht werden können. Auf diesem Wege ist es möglich geworden, mit größter Schärfe die jedesmalige Position eines Weltkörpers, die Aberrations-Ellipsen der Fixsterne und ihre Parallaxen, die gegenseitigen Abstände der Doppelsterne von wenigen Zehnthheilen einer Bogen-Secunde zu messen. Die astronomische Kenntniß des Sonnensystems erweiterte sich allmählig zu der eines Weltsystems.

Wir wissen, daß Galilei seine Entdeckungen der Jupitersmonde mit siebenmaliger Vergrößerung machte, und nie eine stärkere als zweiunddreißigmalige anwenden konnte. Einhundert und siebzig Jahre später sehen wir Str William Herschel bei seinen Untersuchungen über die Größe des scheinbaren Durchmessers von Arcturus (im Nebel 0", 2) und Vega in der Leier Vergrößerungen benutzen von 6500 Mal. Seit der Mitte des 17ten Jahrhunderts wetteiferte man in dem Bestreben nach langen Fernrohren. Christian Huygens entdeckte zwar 1655 den ersten Saturnstrabanten, Titan (den 6ten im Abstände von dem Centrum des Planeten), nur noch mit einem zwölffüßigen Fernrohr; er wandte später auf den Himmel längere bis 122 Fuß an; aber die drei Objective von 123, 170 und 210 Fuß Brennweite, welche die Royal Society von London besitzt und welche von Constantin Huygens, dem Bruder des großen Astronomen, verfertigt wurden, sind von letzterem, wie er ausdrücklich sagt*), nur auf terrestrische Gegenstände geprüft worden. Auszout, der schon 1663 Riesenfernrohre ohne Röbre, also ohne feste (starre) Verbindung zwischen dem Objectiv und dem Ocular, konstruirte, vollendete ein Objectiv, das bei 300 Fuß Focallänge eine 600malige Vergrößerung ertrug†). Den nützlichsten Gebrauch von solchen, an Masten befestigten Objectiven machte Dominicus Cassini zwischen den Jahren 1671 und 1684 bei den auf einander folgenden Entdeckungen des 8ten, 5ten, 4ten und

*) Das ausgezeichnete künstlerische Verdienst von Constantin Huygens, welcher Secretär des Königs Wilhelm III. war, ist erst neuerdings in das gehörige Licht gesetzt worden: durch Uytendbroeck in der Oratio de fratribus Christiano atque Constantino Hugeno, artis

dioptricon cultoribus, 1833; und von dem gelehrten Director der Leidener Sternwarte, Prof. Kaiser, in Schumacher's Astron. Nachr. No. 592 S. 246.

†) Arago im Annuaire pour 1844 p. 381.

sten Saturnstrabanten. Er bediente sich der Objective, die Borelli, Campani und Hartsoecker geschliffen hatten. Die letzteren waren von 250 Fuß Brennweite. Die von Campani, welche des größten Rufes unter der Regierung Ludwigs XIV. genossen, habe ich bei meinem vieljährigen Aufenthalte auf der Pariser Sternwarte mehrmals in Händen gehabt. Wenn man an die geringe Lichtstärke der Saturnstrabanten und an die Schwierigkeit solcher nur durch Striche bewegten Vorrichtungen*) denkt, so kann man nicht genug bewundern die Geschicklichkeit, den Muth und die Ausdauer des Beobachters.

Die Vortheile, welche man damals allein glaubte durch riesenmäßige Länge erreichen zu können, leiteten, wie es so oft geschieht, große Geister zu excentrischen Hoffnungen. Ausont glaubte Hooke widerlegen zu müssen, der, um Thiere im Monde zu sehen, Fernröhre von einer Länge von 10000 Fuß, also fast von der Länge einer halben geographischen Meile, vorgeschlagen haben soll †). Das Gefühl der praktischen Unbequemlichkeit von optischen Instrumenten mit mehr als hundertfüßiger Focallänge verschaffte allmählig durch Newton (nach dem Vorgange von Merenne und James Gregory von Aberdeen) den kürzeren Reflexions-Instrumenten besonders in England Eingang. Bradley's und Pound's sorgfältige Vergleichung von 5füßigen Hadley'schen Spiegeltelescopien mit dem Refractor von Constantijn Huygens, der 123 Fuß Brennweite hatte und dessen wir oben erwähnten, fiel ganz zum Vortheil der ersteren aus. Short's kostbare Reflectoren wurden nun überall verbreitet, bis John Dollond's glückliche praktische Lösung des Problems vom Achromatismus (1759), durch Leonhard Euler und Klingenshierna angeregt, den Refractoren wieder ein großes Uebergewicht verschaffte. Die, wie es scheint, unbestreitbaren Prioritätsrechte des geheimnißvollen Chester More Hall aus Esser (1729) wurden dem Publikum erst bekannt, als dem John Dollond das Patent für seine achromatischen Fernröhre verliehen wurde ‡).

Der hier bezeichnete Sieg der Refraktions-Instrumente war aber von nicht langer Dauer. Neue Oscillationen der Meinung wurden schon, 18 bis 20 Jahre nach der Bekanntmachung von John Dollond's Erfindung des Achromatismus mittelst Verbindung von Kron- und Flintglas, durch die gerechte Bewunderung angeregt, welche man in und außerhalb Englands den unsterblichen Arbeiten eines Deutschen, William Herschel, zollte. Der Construction seiner zahlreichen 7füßigen und 20füßigen Telescopie, auf welche Vergrößerungen von 2000 bis 6000mal glücklich angewandt werden konnten, folgte die Construction seines 40füßigen Reflectors. Durch diesen wurden im August und September 1789 die beiden innersten Saturnstrabanten: der 2te (Enceladus), und bald darauf der erste, dem Ringe am nächsten liegende, Mimas, entdeckt. Die Entdeckung des Planeten Uranus (1781) gehört dem 7füßigen Telescop von Herschel; die so lichtschwachen Uranustrabanten sah er (1787) zuerst im 20füßigen Instrumente, zur front-view eingerichtet §). Eine bis dahin noch nie erreichte Vollkommenheit, welche der große Mann seinen Spiegeltelescopien zu ge-

*) „Nous avons placé ces grands verres,” sagt Dominique Cassini, „tantôt sur un grand mât, tantôt sur la tour de bois venue de Marly; enfin nous les avons mis dans un tuyau monté sur un support en forme d'échelle à trois faces, ce qui a eu (dans la découverte des Satellites de Saturne) le succès que nous en avions espéré.” Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 785. Diese übermäßigen Längen der optischen Werkzeuge erinnern an die arabischen Meßinstrumente, Quadranten von 180 Fuß Radius, in deren eingetheilten Bogen das Sonnenbild durch eine kleine runde Oeffnung gnomonisch eingezeichnet. Ein solcher Quadrant stand zu Samarkand: wahrscheinlich dem früher construirten Sextanten von 57 Fuß Höhe des Al-Chofandi nachgebildet. Vergl. Schmidt's Prolegomenes des Tables d'Oloug Beigh 1847 p. LVII und CXXIX.

†) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p.

504. Früher schon hatte der mystische, aber in optischen Dingen sehr erfahrene Capuciner-Mönch Scharle von Rheita in seinem Oculis Enoch et Elias (Antw. 1645) von der nahen Möglichkeit gesprochen, sich 4000-malige Vergrößerungen der Fernröhre zu schaffen, um genaue Vergleiche des Mondes zu liefern. Vergl. oben Kosmos Buch II. S. 364 Anm. §).

‡) Edinb. Encyclopedia Vol. XX. p. 479.

§) Struve, Leudes d'Astr. stellaiuro 1847 note 59 p. 24. Ich habe in dem Texte die Benennungen Herschel'scher Spiegel-Telescope von 40, 20 und 7 englischen Fuß beibehalten, wenn ich auch sonst überall französisches Maas anwende; ich thue dies hier nicht bloß, weil diese Benennungen bequemer sind, sondern hauptsächlich, weil sie durch die großen Arbeiten des Vaters und des Sohnes in England und zu Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung eine historische Beife erhalten haben.

ten wußte, in denen das Licht nur einmal reflectirt wird, hat, bei einer ununterbrochenen Arbeit von mehr als 40 Jahren, zur wichtigsten Erweiterung aller Theile der physischen Astronomie, in den Planetenkreisen wie in der Welt der Nebelflecke und der Doppelsterne, geführt.

Auf eine lange Herrschaft der Reflectoren folgte wieder in dem ersten Fünftel des 19ten Jahrhunderts ein erfolgreicher Wettstreit in Anfertigung von achromatischen Refractoren und Heliometern, die durch Uhrwerke parallactisch bewegt werden. Zu Objectiven von außerordentlichen Größen lieferten in Deutschland das Münchner Institut von Ulschneider und Fraunhofer, später von Merz und Mahler; in der Schweiz und Frankreich (für Lerebours und Cauchois) die Werkstätte von Guinand und Bontems ein homogenes, streifenloses Flintglas. Es genügt für den Zweck dieser historischen Uebersicht, hier beispielsweise zu nennen die unter Fraunhofer's Leitung gearbeiteten großen Refractoren der Dorpater und Berliner Sternwarte von 9 Pariser Zoll freier Oeffnung bei einer Focalweite von $13\frac{1}{2}$ Fuß; die Refractoren von Merz und Mahler auf den Sternwarten von Pulkowa und Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika *), beide mit Objectiven von 14 Pariser Zoll und 21 Fuß Brennweite versehen. Das Heliometer der Königsberger Sternwarte, lange Zeit das größte, hat 6 Zoll Oeffnung und ist durch Bessel's unvergeßliche Arbeiten berühmt geworden. Die lichtvollen und kurzen dialytischen Refractoren, welche Plösl in Wien zuerst ausführte und deren Vortheile Rogers in England fast gleichzeitig erkannt hatte, verdienen in großen Dimensionen construirt zu werden.

In derselben Zeitperode, deren Bestrebungen ich hier berühre, weil sie auf die Erweiterung kosmischer Ansichten einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt, blieben die mechanischen Fortschritte in Vervollkommnung der messenden Instrumente (Zenith-Sectoren, Meridiankreise, Micrometer) gegen die optischen Fortschritte und die des Zeitmaßes nicht zurück. Unter so vielen ausgezeichneten Namen der neueren Zeit erwähnen wir hier nur für Meßinstrumente: die von Ramsden, Troughton, Fortin, Reichenbach, Gambeys, Ertel, Steinheil, Repsold, Pistor, Vertling . . . ; für Chronometer und astronomische Pendeluhren: Mudge, Arnold, Emery, Earnshaw, Breguet, Jürgensen, Kessels, Winnerl, Liede In den schönen Arbeiten, welche wir William und John Herschel, South, Struve, Bessel und Dawes über Abstände und periodische Bewegung der Doppelsterne verdanken, offenbart sich vorzugsweise jene Gleichzeitigkeit der Vervollkommnung in scharfem Sehen und Messen. Struve's Classification der Doppelsterne liefert von denen, deren Abstand unter $1''$ ist, gegen 100; von denen, die zwischen $1''$ und $2''$ fallen, 336: alle mehrfach gemessen †).

Seit wenigen Jahren haben zwei Männer, welche jedem industriellen Gewerbe fern stehen, der Earl of Rosse in Parsonstown (12 Meilen westlich von Dublin) und Herr Lassell zu Starfield bei Liverpool, aus edler Begeisterung für die Sternkunde, mit der aufopferndsten Freigebigkeit und unter eigener unmittelbaren Leitung, zwei Reflectoren zu Stande gebracht, welche auf's höchste die Erwartung der Astronomen spannen ‡). Mit

*) Schumacher's Astr. Nachr. No. 371 und 611. Cauchois und Lerebours haben auch Objective von mehr als $12\frac{1}{2}$ Par. Zoll und $23\frac{1}{2}$ Fuß Focalweite geliefert.

†) Struve, Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae p. 2-41.

‡) Herr Airy hat neuerlich die Fabrications-Methoden beider Telescope vergleichend beschrieben: den Guß der Spiegel und die Metallmischung, die Vorrichtung zum Poliren, die Mittel der Aufstellung; Abstr. of the Astr. Soc. Vol. IX. No. 5 (march 1849). Von dem Effect des sechsflächen Metallspiegels des Lord Rosse heißt es dort (p. 120): The Astronomer Royal (Mr. Airy) alluded to the impression made by the enormous light of the telescope: partly by the modifications produced in the appearances of nebulae

already figured, partly by the great number of stars seen even at a distance from the Milky Way, and partly from the prodigious brilliancy of Saturn. The account given by another astronomer of the appearance of Jupiter was, that it resembled a coach-lamp in the telescope; and this well expresses the blaze of light which is seen in the instrument. Vergl. auch Sir John Herschel, Outl. of Astr. § 870: „The sublimity of the spectacle afforded by the magnificent reflecting telescope constructed by Lord Rosse of some of the larger globular clusters of nebulae is declared by all, who have witnessed it, to be such as no words can express. This telescope has resolved or rendered resolvable multitudes of nebulae which had resisted all inferior powers.“

dem Telescop von Lassell, das nur zwei Fuß Oeffnung und 20 Fuß Brennweite hat, sind schon ein Erabant des Neptun und ein achter Erabant des Saturn entdeckt worden; auch wurden zwei Uranustrabanten wieder aufgefunden. Das neue Riesentelescop von Lord Rosse hat 5 Fuß 7 Zoll 7 Linien (6 engl. Fuß) Oeffnung und 46 Fuß 11 Zoll (50 engl. Fuß) Länge. Es steht im Meridian zwischen zwei Mauern, die von jeder Seite 12 Fuß von dem Tubus entfernt und 45 bis 52 Fuß hoch sind. Viele Nebelplede, welche bisher kein Instrument auflösen konnte, sind durch dieses herrliche Telescop in Sternschwärme aufgelöst; die Gestalt anderer Nebelplede ist in ihren wahren Umrissen nun zum ersten Mal erkannt worden. Eine wunderbare Helligkeit (Lichtmasse) wird von dem Spiegel ausgegossen.

Morin, der mit Gascoigne (vor Picard und Muzout) zuerst das Fernrohr mit Meßinstrumenten verband, fiel gegen 1638 auf den Gedanken Gestirne bei hellem Tage telescopisch zu beobachten. „Nicht Tycho's große Arbeit über die Position der Fixsterne, indem dieser 1582, also 28 Jahre vor Erfindung der Fernröhre, Venus bei Tage mit der Sonne und bei Nacht mit den Sternen verglich; sondern,“ sagt Morin selbst*), „der einfache Gedanke, daß, wie Venus, so auch Arcturus und andere Fixsterne, wenn man sie einmal vor Sonnenaufgang im Felde des Fernrohrs hat, nach Sonnenaufgang am Himmelsgewölbe verfolgt werden können: habe ihn zu einer Entdeckung geführt, welche für die Längen-Bestimmungen auf dem Meere wichtig werden möge. Niemand habe vor ihm die Fixsterne in Angesicht der Sonne auffinden können.“ Seit der Aufstellung großer Mittags-Fernröhre durch Römer (1691) wurden Tagesbeobachtungen der Gestirne häufig und fruchtbar, ja bisweilen selbst auf Messung von Doppelsternen mit Nutzen angewandt. Struve bemerkt †), er habe in dem Dorpater Refractor mit Anwendung einer Vergrößerung von 320 Mal die kleinsten Abstände überaus schwacher Doppelsterne bestimmt, bei so hellem Crepuscularlichte, daß man um Mitternacht bequem lesen konnte. Der Polarstern hat in nur 18" Entfernung einen Begleiter 1ter Größe; im Dorpater Refractor haben Struve und Wrangel diesen Begleiter bei Tage gesehen ‡), eben so einmal Ende und Argelander.

Die Ursach der mächtigen Wirkung der Fernröhre zu einer Zeit, wo durch vielfache Reflexion das diffuse Licht ||) der Atmosphäre hinderlich ist, hat mancherlei Zweifel erregt. Als optisches Problem interessirte sie auf das lebhafteste den der Wissenschaft so früh ent-rissenen Bessel. In seinem langen Briefwechsel mit mir kam er oft darauf zurück, und bekannte, keine ihn ganz befriedigende Lösung finden zu können. Ich darf auf den Dank meiner Leser rechnen, wenn ich in einer Anmerkung ¶) Arago's Ansichten einschalte, wie

*) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II.

p. 255.

†) Struve, Mens. microm. p. XLIV.

‡) Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 100.

||) „La lumière atmosphérique diffuse ne peut s'expliquer par le reflet des rayons solaires sur la surface de séparation des couches de différentes densités dont on suppose l'atmosphère composée. En effet supposons le Soleil placé à l'horizon, les surfaces de séparation dans la direction du zénith seraient horizontales, par conséquent la réflexion serait horizontale aussi et nous ne verrions aucune lumière au zénith. Dans la supposition des couches aucun rayon ne nous arriverait par voie d'une première réflexion. Ce ne seraient que les réflexions multiples qui pourraient agir. Donc pour expliquer la lumière diffuse, il faut se figurer l'atmosphère composée de molécules (sphériques par exemple) dont chacune donne une image du soleil à peu près comme les boules de verre que nous plaçons dans nos jardins. L'air pur est blanc, parce que d'après Newton les molécules de l'air ont l'épaisseur qui convient à la réflexion des rayons bleus.

Il est donc naturel que les petites images du soleil que de tous côtés réfléchissent les molécules sphériques de l'air et qui sont la lumière diffuse, aient une teinte bleue; mais ce bleu n'est pas du bleu pur, c'est un blanc dans lequel le bleu prédomine. Lorsque le ciel n'est pas dans toute sa pureté et que l'air est mêlé de vapeurs visibles, la lumière diffuse reçoit beaucoup de blanc. Comme la lune est jaune, le bleu de l'air pendant la nuit est un peu verdâtre, c'est-à-dire mélangé de bleu et de jaune.“ (Arago, Handschrift von 1847.)

¶) D'un des effets des Lunettes sur la visibilité des étoiles. (Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt, en déc. 1847.)

„L'oeil n'est doué que d'une sensibilité circonscrite, bornée. Quand la lumière qui frappe la rétine, n'a pas assez d'intensité, l'oeil ne sent rien. C'est par un manque d'intensité que beaucoup d'étoiles, même dans les nuits les plus profondes, échappent à nos observations. Les lunettes ont pour effet, quant aux étoiles, d'augmenter l'intensité de l'image. Le faisceau cylindrique de rayons parallèles venant d'une étoile, qui s'appuie sur la sur-

dieselben in einer der vielen Handschriften enthalten sind, welche mir bei meinem häufigen Aufenthalte in Paris zu benutzen erlaubt war. Nach der scharfsinnigen Erklärung meines vieljährigen Freundes erleichtern starke Vergrößerungen das Auffinden und Erkennen der Fixsterne, weil sie, ohne das Bild derselben merkbar auszudehnen, eine größere Menge des intensiven Lichtes der Pupille zuführen, aber dagegen nach einem anderen Geſetze auf den Luftraum wirken, von welchem sich der Fixstern abhebt. Das Fernrohr, indem es

face de la lentille objective et qui a cette surface circulaire pour base, se trouve considérablement resserré à la sortie de la lentille oculaire. Le diamètre du premier cylindre est au diamètre du second, comme la distance focale de l'objectif est à la distance focale de l'oculaire, ou bien comme le diamètre de l'objectif est au diamètre de la portion d'oculaire qu'occupe le faisceau émergent. Les intensités de lumière dans les deux cylindres en question (dans les deux cylindres incident et émergent) doivent être entr'elles comme les étendues superficielles des bases. Ainsi la lumière émergente sera plus condensée, *plus intense* que la lumière naturelle tombant sur l'objectif, dans le rapport de la surface de cet objectif à la surface circulaire de la base du faisceau émergent. Le faisceau émergent, quand la lunette grossit, étant plus étroit que le faisceau cylindrique qui tombe sur l'objectif, il est évident que la pupille, quelle que soit son ouverture, recueillera plus de rayons par l'intermédiaire de la lunette que sans elle. La lunette augmentera donc toujours l'intensité de la lumière des étoiles.

„Le cas le plus favorable, quant à l'effet des lunettes, est évidemment celui où l'œil reçoit la totalité du faisceau émergent, le cas où ce faisceau a moins de diamètre que la pupille. Alors toute la lumière que l'objectif embrasse, concourt, par l'entremise du télescope, à la formation de l'image. A l'œil nu, au contraire, une portion seule de cette même lumière est mise à profit: c'est la petite portion que la surface de la pupille découpe dans le faisceau incident naturel. L'intensité de l'image télescopique d'une étoile est donc à l'intensité de l'image à l'œil nu, comme la surface de l'objectif est à celle de la pupille.

„Ce qui précède, est relatif à la visibilité d'un seul point, d'une seule étoile. Venons à l'observation d'un objet ayant des dimensions angulaires sensibles, à l'observation d'une planète. Dans les cas les plus favorables, c'est-à-dire lorsque la pupille reçoit la totalité du pinceau émergent, l'intensité de l'image de chaque point de la planète se calculera par la proportion que nous venons de donner. La quantité totale de lumière concourant à former l'ensemble de l'image à l'œil nu, sera donc aussi à la quantité totale de lumière qui forme l'image de la planète à l'aide d'une lunette, comme la surface de la pupille est à la surface de l'objectif. Les intensités comparatives, non plus de points isolés, mais des deux images d'une planète, qui se forment sur la rétine à l'œil nu, et par l'intermédiaire d'une lunette, doivent évidemment diminuer proportionnellement aux étendues superficielles de ces deux images. Les dimensions linéaires des deux images sont entr'elles comme le diamètre de l'objectif est au diamètre du faisceau émergent. Le nombre de fois que la surface de l'image amplifiée surpasse la surface de l'image à l'œil nu, s'obtiendra donc en divisant le carré du diamètre de l'objectif par le carré du diamètre du faisceau émergent, ou bien la surface de l'objectif par la surface de la base circulaire du faisceau émergent.

„Nous avons déjà obtenu le rapport des quantités totales de lumière qui engendrent les deux images d'une planète, en divisant la surface de l'objectif par la surface de la pupille. Ce nombre est plus

petit que le quotient auquel on arrive en divisant la surface de l'objectif par la surface du faisceau émergent. Il en résulte, quant aux planètes: qu'une lunette fait moins gagner en intensité de lumière, qu'elle ne fait perdre en agrandissant la surface des images sur la rétine; l'intensité de ces images doit donc aller continuellement en s'affaiblissant à mesure que le pouvoir amplificatif de la lunette ou du télescope s'accroît.

„L'atmosphère peut être considérée comme une planète à dimensions indéfinies. La portion qu'on en verra dans une lunette, subira donc aussi la loi d'affaiblissement que nous venons d'indiquer. Le rapport entre l'intensité de la lumière d'une planète et le champ de lumière atmosphérique à travers lequel on la verra, sera le même à l'œil nu et dans les lunettes de tous les grossissements, de toutes les dimensions. Les lunettes, sous le rapport de l'intensité, ne favorisent donc pas la visibilité des planètes.

„Il n'en est point ainsi des étoiles. L'intensité de l'image d'une étoile est plus forte avec une lunette qu'à l'œil nu; au contraire, le champ de la vision, uniformément éclairé dans les deux cas par la lumière atmosphérique, est plus clair à l'œil nu que dans la lunette. Il y a donc deux raisons, sans sortir des considérations d'intensité, pour que dans une lunette l'image de l'étoile prédomine sur celle de l'atmosphère, notablement plus qu'à l'œil nu.

„Cette prédominance doit aller graduellement en augmentant avec le grossissement. En effet, abstraction faite de certaine augmentation du diamètre de l'étoile, conséquence de divers effets de diffraction ou d'interférences, abstraction faite aussi d'une plus forte réflexion que la lumière subit sur les surfaces plus obliques des oculaires de très courts foyers, l'intensité de la lumière de l'étoile est constante tant que l'ouverture de l'objectif ne varie pas. Comme on l'a vu, la clarté du champ de la lunette, au contraire, diminue sans cesse à mesure que le pouvoir amplificatif s'accroît. Donc, toutes autres circonstances restant égales, une étoile sera d'autant plus visible, sa prédominance sur la lumière du champ du télescope sera d'autant plus tranchée qu'on fera usage d'un grossissement plus fort.”

(Arago, *Handſchrift* von 1847.) — „Jā fűge noch hinzu aus dem Annuaire du Bureau des Long. pour 1846 (Notices scient. par Mr. Arago) p. 381: „L'expérience a montré que pour le commun des hommes, deux espaces éclairés et contigus ne se distinguent pas l'un de l'autre, à moins que leurs intensités comparatives ne présentent, au minimum, une différence de $\frac{1}{60}$. Quand une lunette est tournée vers le firmament, son champ semble uniformément éclairé: c'est qu'alors il existe, dans un plan passant par le foyer et perpendiculaire à l'axe de l'objectif, une image indéfinie de la région atmosphérique vers laquelle la lunette est dirigée. Supposons qu'un astre, c'est-à-dire un objet situé bien au delà de l'atmosphère, se trouve dans la direction de la lunette: son image ne sera visible qu'autant qu'elle augmentera de $\frac{1}{60}$, au moins, l'intensité de la portion de l'image focale indéfinie de l'atmosphère, sur laquelle sa propre image limitée ira se placer. Sans cela, le champ visuel continuera à paraître partout de la même intensité.”

gleichsam die erleuchteten Theile der Luft, welche das Objectiv umfaßt, von einander entfernt, verdunkelt das Gesichtsfeld, vermindert die Intensität seiner Erleuchtung. Wir sehen aber nur durch den Unterschied des Lichtes des Fixsternes und des Luftfeldes, d. h. der Luftmasse, welche ihn im Fernrohr umgibt. Ganz anders als der einfache Strahl des Fixsternbildes verhalten sich Planetenscheiben. Diese verlieren in dem vergrößerten Fernrohr durch Dilatation ihre Licht-Intensität eben so wie das Luftfeld (*l'air aérienne*). Noch ist zu erwähnen, daß starke Vergrößerungen die scheinbare Schnelligkeit der Bewegung des Fixsterns wie die der Scheibe vermehren. Dieser Umstand kann in Instrumenten, welche nicht durch Uhrwerk parallaxisch der Himmelsbewegung folgen, das Erkennen der Gegenstände am Tage erleichtern. Andere und andere Punkte der Netzhaut werden gereizt. Sehr schwache Schatten, bemerkt Arago an einem andern Orte, werden erst sichtbar, wenn man ihnen eine Bewegung geben kann.

Unter dem reinen Tropenhimmel, in der trockensten Jahreszeit, habe ich oft mit der schwachen Vergrößerung von 95 Mal in einem Fernrohr von Dolland die blasser Jupiterscheibe auffinden können, wenn die Sonne schon 15° bis 18° hoch stand. Lichtschwäche des Jupiter und Saturn, bei Tage im großen Berliner Refractor gesehen und contrastirend mit dem ebenfalls reflectirten Lichte der der Sonne näheren Planeten, Venus und Merkur, hat mehrmals Dr. Galle überrascht. Jupiters-Bedeckungen sind mit starken Fernrohren bisweilen bei Tage (von Flaugergues 1792, von Struve 1820) beobachtet worden. Argelander sah (7. Dec. 1849) in einem 5füßigen Fraunhofer eine Viertelstunde nach Sonnenaufgang zu Bonn sehr deutlich 3 Jupiterstrabanten. Den 4ten konnte er nicht erkennen. Noch später sah der Gehülfe Herr Schmidt den Austritt sämtlicher Trabanten, auch des 4ten, aus dem dunkeln Mondrande in dem 8füßigen Fernrohre des Heliometers. Die Bestimmung der Grenzen der telescopischen Sichtbarkeit kleiner Sterne bei Tageshelle unter verschiedenen Klimaten und auf verschiedenen Höhen über der Meeresfläche hat gleichzeitig ein optisches und ein meteorologisches Interesse.

Zu den merkwürdigen und in ihren Ursachen viel bestrittenen Erscheinungen im natürlichen wie im telescopischen Sehen gehört das nächtliche Funkeln (das Blinken, die Scintillation) der Sterne. Zweierlei ist nach Arago's Untersuchungen*) in der Scintillation

*) Die früheste Bekanntmachung von Arago's Erklärung der Scintillation geschah in dem Anhang zum 4ten Buche meines Voyage aux Régions équinoxiales T. I. p. 623. Ich freue mich, mit den hier folgenden Erläuterungen, welche ich aus den oben (S. 409, Anm. *) angegebenen Gründen wieder in dem Originaltexte abdrucken lasse, den Abschnitt über das natürliche und telescopische Sehen bereichern zu können.

DES CAUSES DE LA SCINTILLATION DES ÉTOILES.

„Ce qu'il y a de plus remarquable dans le phénomène de la scintillation, c'est le changement de couleur. Ce changement est beaucoup plus fréquent que l'observation ordinaire l'indique. En effet, en agitant la lunette, on transforme l'image dans une ligne ou un cercle, et tous les points de cette ligne ou de ce cercle paraissent de couleurs différentes. C'est la résultante de la superposition de toutes ces images que l'on voit, lorsqu'on laisse la lunette immobile. Les rayons qui se réunissent au foyer d'une lentille, vibrent d'accord ou en désaccord, s'ajoutent ou se détruisent, suivant que les couches qu'ils ont traversées, ont telle ou telle réfringence. L'ensemble des rayons rouges peut se détruire seul, si ceux de droite et de gauche et ceux de haut et de bas ont traversé des milieux inégalement réfringents. Nous avons dit seul, parce que la différence de réfringence qui correspond à la destruction du rayon rouge, n'est pas la même que celle qui amène la destruction du rayon vert, et ré-

ci-probement. Maintenant si des rayons rouges sont détruits, ce qui reste, sera le blanc moins le rouge, c'est-à-dire du vert. Si le vert au contraire est détruit par *interférence*, l'image sera du blanc moins le vert, c'est-à-dire du rouge. Pour expliquer pourquoi les planètes à grand diamètre ne scintillent pas ou très peu, il faut se rappeler que le disque peut être considéré comme une aggrégation d'étoiles ou de petits points qui scintillent isolément; mais les images de différentes couleurs que chacun de ces points pris isolément donnerait, empiétant les unes sur les autres, formeraient du blanc. Lorsqu'on place un diaphragme ou un bouchon percé d'un trou sur l'objectif d'une lunette, les étoiles acquièrent un disque entouré d'une série d'anneaux lumineux. Si l'on enfonce l'oculaire, le disque de l'étoile augmente de diamètre, et il se produit dans son centre un trou obscur; si on l'enfonce davantage un point lumineux se substitue au point noir. Un nouvel enfoncement donne naissance à un centre noir, etc. Prenons la lunette lorsque le centre de l'image est noir, et visons à une étoile qui ne scintille pas: le centre restera noir, comme il l'était auparavant. Si au contraire on dirige la lunette à une étoile qui scintille, on verra le centre de l'image lumineux et obscur par intermittence. Dans la position où le centre de l'image est occupé par un point lumineux, on verra ce point disparaître et renaître successivement. Cette disparition ou réapparition du point central est la preuve directe de

wesentlich zu unterscheiden: 1) Veränderung der Lichtstärke in plötzlicher Abnahme bis zum Verlöschen und Wiederaufleben; Veränderung der Farbe. Beide Veränderungen sind in der Realität noch stärker, als sie dem bloßen Auge erscheinen; denn wenn einzelne Punkte der Netzhaut einmal angeregt sind, so bewahren sie den empfangenen Lichteindruck: so daß das Verschwinden des Sterns, seine Verdunkelung, sein Farbenwechsel nicht in ihrem ganzen, vollen Maaße von uns empfunden werden. Auffallender zeigt sich das Phänomen des Sternfunkelns im Fernrohr, sobald man dasselbe erschüttert. Es werden dann andere und andere Punkte der Netzhaut gereizt; es erscheinen farbige, oft unterbrochene Kreise. In einer Atmosphäre, die aus stets wechselnden Schichten von verschiedener Temperatur, Feuchtigkeit und Dichte zusammengesetzt ist, erklärt das Princip der Interferenz, wie nach einem augenblicklichen farbigen Auslobern ein eben so augenblickliches Verschwinden oder die plötzliche Verdunkelung des Gestirnes statt finden kann. Die Undulations-Theorie lehrt im allgemeinen, daß zwei Lichtstrahlen (zwei Wellensysteme), von Einer Lichtquelle (Einem Erschütterungs-Mittelpunkte) ausgehend, bei Ungleichheit des Weges sich zerstören; daß das Licht des einen Strahles, zu dem des anderen Strahles hinzugefügt, Dunkelheit hervorbringt. Wenn das Zurückbleiben des einen Wellensystems gegen das andere eine ungerade Anzahl halber Undulationen beträgt, so streben beide Wellensysteme, demselben Aether-Molecule zu gleicher Zeit gleiche, aber entgegengesetzte Geschwindigkeiten mitzutheilen: so daß die Wirkung ihrer Vereinigung die Ruhe des Aether-Molecules, also Finsterniß ist. In gewissen Fällen spielt die Refrangibilität der verschiedenen Luftschichten, welche die Lichtstrahlen durchschneiden, mehr als die verschiedene Länge des Weges, die Hauptrolle bei der Erscheinung *).

Die Stärke der Scintillation ist unter den Fixsternen selbst auffallend verschieden; nicht von der Höhe ihres Standes und von ihrer scheinbaren Größe allein abhängig, sondern, wie es scheint, von der Natur ihres eigenen Lichtprocesses. Einige, z. B. Vega, zittern weniger als Arctur und Procyon. Der Mangel der Scintillation bei den Planeten mit größeren Scheiben ist der Compensation und ausgleichenden Farbenvermischung zuzuschreiben, welche die einzelnen Punkte der Scheibe geben. Es wird die Scheibe wie ein Aggregat von Sternen betrachtet, welche das fehlende, durch Interferenz vernichtete Licht gegenseitig ersetzen und die farbigen Strahlen zu weißem Lichte wiederum vereinigen. Bei Jupiter und Saturn bemerkt man deshalb am seltensten Spuren der Scintillation; wohl aber bei Merkur und Venus, da der scheinbare Durchmesser der Scheiben in den letztgenannten zwei Planeten bis $4'',4$ und $9'',5$ herabsinkt. Auch bei Mars kann zur Zeit der

l'interférence variable des rayons. Pour bien concevoir l'absence de lumière au centre de ces images dilatées, il faut se rappeler, que les rayons régulièrement réfractés par l'objectif ne se réunissent et ne peuvent par conséquent interférer qu'au foyer: par conséquent les images dilatées que ces rayons peuvent produire, resteraient toujours pleines (sans trou). Si dans une certaine position de l'oculaire un trou se présente au centre de l'image, c'est que les rayons régulièrement réfractés interfèrent avec des rayons diffractés sur les bords du diaphragme circulaire. Le phénomène n'est pas constant, parce que les rayons qui interfèrent dans un certain moment, n'interfèrent pas un instant après, lorsqu'ils ont traversé des couches atmosphériques dont le pouvoir réfringent a varié. On trouve dans cette expérience la preuve manifeste du rôle que joue dans le phénomène de la scintillation l'inégale réfrangibilité des couches atmosphériques traversées par les rayons dont le faisceau est très étroit.

„Il résulte de ces considérations que l'explication des scintillations ne peut être rattachée qu'aux phénomènes des interférences lumineuses. Les rayons des étoiles, après avoir traversé une atmosphère où

il existe des couches inégalement chaudes, inégalement denses, inégalement humides, vont se réunir au foyer d'une lentille, pour y former des images d'intensité et de couleurs perpétuellement changeantes, c'est-à-dire des images telles que la scintillation les présente. Il y a aussi scintillation hors du foyer des lunettes. Les explications proposées par Galilée, Scaliger, Kepler, Descartes, Hooke, Huygens, Newton et John Michell, que j'ai examinées dans un mémoire présenté à l'Institut en 1840 (Comptes rendus T. X. p. 83) sont inadmissibles. Thomas Young, auquel nous devons les premières lois des interférences, a cru inexplicable le phénomène de la scintillation. La fausseté de l'ancienne explication par des vapeurs qui voltigent et déplacent, est déjà prouvée par la circonstance que nous voyons la scintillation des yeux, ce qui supposerait un déplacement d'une minute. Les undulations du bord du Soleil sont de $4''$ à $5''$ et peut-être des pièces qui manquent, donc encore effet de l'interférence des rayons." (Auszüge aus Handschriften von Arago 1847.)

*) Arago im Annuaire pour 1831 p. 168.

Conjunction sich der Durchmesser bis $3'',3$ vermindern. In den heiteren, kalten Winter-
nächten der gemäßigten Zone vermehrt die Scintillation den prachtvollen Eindruck des
gestirnten Himmels auch durch den Umstand, daß, indem wir Sterne 6ter bis 7ter Größe
bald hier, bald dort aufglimmen sehen, wir, getäuscht, mehr leuchtende Punkte vermuthen
und zu erkennen glauben, als das unbewaffnete Auge wirklich unterscheidet. Daher das
populäre Erstaunen über die wenigen Tausende von Sternen, welche genaue Sterncataloge
als den bloßen Augen sichtbar angeben! Daß das zitternde Licht die Fixsterne von den
Planeten unterscheidet, war von früher Zeit den griechischen Astronomen bekannt; aber
Aristoteles, nach der Ausströmungs- und Tangential-Theorie des Sehens, der er anhängt,
schreibt das Zittern und Funkeln der Fixsterne, sonderbar genug, einer bloßen Anstrengung
des Auges zu. „Die eingekerkerten Sterne“ (die Fixsterne), sagt er *), „funkeln, die
Planeten nicht: denn die Planeten sind nahe, so daß das Gesicht im Stande ist sie zu er-
reichen; bei den feststehenden aber ($\pi\rho\sigma\varsigma\ \delta\epsilon\ \tau\omicron\upsilon\delta\varsigma\ \mu\acute{\epsilon}\nu\omicron\nu\tau\alpha\varsigma$) geräth das Auge wegen
der Entfernung und Anstrengung in eine zitternde Bewegung.

Zu Galilei's Zeiten, zwischen 1572 und 1604, in einer Epoche großer Himmelsbegeben-
heiten, da drei neue Sterne †) von mehr Glanz als Sterne erster Größe plötzlich erschienen
und einer derselben im Schwan 21 Jahre leuchtend blieb, zog das Funkeln als das
muthmaßliche Criterium eines nicht planetarischen Weltkörpers Kepler's Aufmerksamkeit
besonders auf sich. Der damalige Zustand der Optik verhinderte freilich den um diese
Wissenschaft so hoch verdienten Astronomen sich über die gewöhnlichen Ideen von bewegten
Dünsten zu erheben ‡). Auch unter den neu erschienenen Sternen, deren die chinesischen
Annalen nach der großen Sammlung von Ma-tuan-lin erwähnen, wird bisweilen des
sehr starken Funkelns gedacht.

Zwischen den Wendekreisen und ihnen nahe giebt bei gleichmäßigerer Mischung der Luft-
schichten die große Schwäche oder völlige Abwesenheit der Scintillation der Fixsterne, 12
bis 15 Grade über dem Horizont, dem Himmelsgewölbe einen eigenthümlichen Charakter
von Ruhe und milderem Lichte. Ich habe in mehreren meiner Naturschilderungen der
Tropenwelt dieses Charakters erwähnt: der auch schon dem Beobachtungsgeliste von La
Condamine und Bouguer in den peruanischen Ebenen, wie dem von Garcin ||) in Ara-
kien, Indien und an den Küsten des persischen Meerbusens (bei Bender Abbas) nicht ent-
gangen war.

Da der Anblick des gestirnten Himmels in der Jahreszeit perpetuirlich heiterer, ganz
wolkenfreier Tropennächte für mich einen besonderen Reiz hatte, so bin ich bemüht gewesen,
in meinen Tagebüchern stets die Höhen über dem Horizonte aufzuzeichnen, in der das Fun-
keln der Sterne bei verschiedenen Hygrometerständen aufhörte. Cumana und der regenlose
Theil des peruanischen Littorals der Südsee, wenn in letzterem die Zeit der Garua (des
Nebels) noch nicht eingetreten war, eigneten sich vorzüglich zu solchen Beobachtungen.
Nach Mittelzahlen scheinen die größeren Fixsterne meist nur unter 10° oder 12° Höhe
über dem Horizont zu scintilliren. In größeren Höhen gießen sie aus ein milderer, plane-
tarisches Licht. Am sichersten wird der Unterschied erkannt, wenn man dieselben Fixsterne
in ihrem allmähigen Aufsteigen oder Niedersinken verfolgt und dabei die Höhenwinkel mißt
oder (bei bekannter Erdbreite und Zeit) berechnet. In einzelnen gleich heiteren und gleich
windlosen Nächten erstreckte sich die Region des Funkelns bis 20° , ja bis 25° Höhe; doch
war zwischen diesen Verschiedenheiten der Höhe oder der Stärke der Scintillation und den
Hygrometer- und Thermometerständen, die in der unteren, uns allein zugänglichen Re-
gion der Luft beobachtet wurden, fast nie ein Zusammenhang zu entdecken. Ich sah in

*) Aristot. de Coelo II, 8 p. 290 Besser.

†) Rodm's Buch II. S. 348.

‡) Causae scintillationis in Kepler de Stella nova
in pede Serpentarii 1606 cap. 18 p. 92-97.

||) Lettre de Mr. Garcin, Dr. en Méd., à Mr. de
Réaumur in der Hist. de l'Académie Royale des
Sciences Année 1743 p. 28-32.

auf einander folgenden Nächten nach beträchtlicher Scintillation 60° bis 70° hoher Gestirne, bei 85° des Saussure'schen Haar-Hygrometers, die Scintillation bis 15° Höhe über dem Horizont völlig aufhören, und dabei doch die Luftfeuchtigkeit so ansehnlich vermehrt, daß das Hygrometer bis 93° fortschritt. Es ist nicht die Quantität der Wasserdämpfe, welche die Atmosphäre aufgelöst erhält; es ist die ungleiche Vertheilung der Dämpfe in den über einander liegenden Schichten und die, in den unteren Regionen nicht bemerkbaren, oberen Strömungen kalter und warmer Luft, welche das verwickelte Ausgleichungs-Spiel der Interferenz der Lichtstrahlen modificiren. Auch bei sehr dünnem gelbrothem Nebel, der kurz vor Erdstößen den Himmel färbte, vermehrte sich auffallend das Funkeln hochstehender Gestirne. Alle diese Bemerkungen beziehen sich auf die völlig heitere, wolken- und regenlose Jahreszeit der tropischen Zone 10° bis 12° nördlich und südlich vom Aequator. Die Lichtphänomene, welche beim Eintritt der Regenzeit während des Durchgangs der Sonne durch den Zenith erscheinen, hängen von sehr allgemein und kräftig, ja fast stürmisch wirkenden Ursachen ab. Die plötzliche Schwächung des Nordost-Passates, und die Unterbrechung regelmäßiger oberer Strömungen vom Aequator zu den Polen und unterer Strömungen von den Polen zum Aequator erzeugen Wolkenbildungen, täglich zu bestimmter Zeit wiederkehrende Gewitter und Regengüsse. Ich habe mehrere Jahre hinter einander bemerkt, wie an den Orten, an denen das Funkeln der Fixsterne überhaupt etwas seltenes ist, der Eintritt der Regenzeit viele Tage im voraus sich durch das zitternde Licht der Gestirne in großer Höhe über dem Horizont verkündigt. Wetterleuchten, einzelne Blitze am fernen Horizont ohne sichtbares Gewölk oder in schmalen, senkrecht aufsteigenden Wolkenfäulen sind dann begleitende Erscheinungen. Ich habe diese charakteristischen Vorgänge, die physiognomischen Veränderungen der Himmelsluft in mehreren meiner Schriften zu schildern versucht*).

Ueber die Geschwindigkeit des Lichtes, über die Wahrscheinlichkeit, daß dasselbe eine gewisse Zeit zu seiner Fortpflanzung brauche, findet sich die älteste Ansicht bei Bacon von Verulam in dem zweiten Buche des *Novum Organum*. Er spricht von der Zeit, deren ein Lichtstrahl bedarf, die ungeheure Strecke des Weltraums zu durchlaufen; er wirft schon die Frage auf, ob die Sterne noch vorhanden sind, die wir gleichzeitig funkeln sehen †). Man erstaunt, diese glückliche Ahndung in einem Werke zu finden, dessen geistreicher Verfasser in mathematischem, astronomischem und physikalischem Wissen tief unter dem seiner Zeitgenossen stand. Gemessen wurden die Geschwindigkeit des reflectirten Sonnenlichtes durch Römer (November 1675) mittelst der Vergleichung von Verfinsterungs-Epochen der Jupiterstrabanten; die Geschwindigkeit des directen Lichtes der Fixsterne mittelst Bradley's großer Entdeckung der Aberration (Herbst 1727), des sin nlichen Beweises von der translatorischen Bewegung der Erde, d. i. von der Wahrheit des copernicanischen

*) *S. Voyage aux Régions équin. T. I. p. 511 und 512, T. II. p. 202–208; auch meine Ansichten der Natur, dritte Ausg. Bb. I. S. 29 und 225. „En Arabie,“ sagt Garcin, „de même qu'à Bender-Abassi, port fameux du Golfe Persique, l'air est parfaitement serein presque toute l'année. Le printemps, l'été et l'automne se passent, sans qu'on y voie la moindre rosée. Dans ces mêmes temps tout le monde couche dehors sur le haut des maisons. Quand on est ainsi couché, il n'est pas possible d'exprimer le plaisir qu'on prend à contempler la beauté du ciel, l'éclat des étoiles. C'est une lumière pure, ferme et éclatante, sans étincellement. Ce n'est qu'au milieu de l'hiver, que la Scintillation, quoique très-foible, s'y fait apercevoir.“ Garcin in Hist. de l'Acad. des Sc. 1743 p. 30.*

†) Von den Täuſchungen ſprechend, welche die Geſchwindigkeiten des Schalles und des Lichts veranlaſſen, ſagt Bacon: „atque hoc cum ſimilibus nobis

quandoque dubitationem peperit plano monstrosum; videlicet, utrum coeli sereni et stellati facies ad idem tempus cernatur, quando vere existit, an potius aliquanto post; et utrum non sit (quatenus ad visum coelestium) non minus tempus verum et tempus visum, quam locus verus et locus visus, qui notatur ab astronomis in parallaxibus. Adeo incredibile nobis videbatur, species sive radios corporum coelestium, per tam immensa spatia milliarum, subito deferri posse ad visum; sed potius debere eas in tempore aliquo notabili delabi. Verum illa dubitatio (quoad majus aliquod intervallum temporis inter tempus verum et visum) postea plane evanuit, reputantibus nobis . . .” The Works of Francis Bacon Vol. I. Lond. 1740 (*Novum Organum*) p. 371. Er nimmt dann, ganz nach Art der Alten, eine eben geäußerte wahre Ansicht wieder jurück. — Bérgh. *Copernicville, the Connexion of the Physical Sciences* p. 36 und *Rosmos Buch* I. S. 77.

Systemes. In der neuesten Zeit ist eine dritte Methode der Messung durch Arago vorgeschlagen worden, die der Lichterscheinungen eines veränderlichen Sternes, z. B. des Algol im Perseus *). Zu diesen astronomischen Methoden gesellt sich noch eine terrestrische Messung, welche mit Scharfsinn und Glück ganz neuerlich Herr Fizeau in der Nähe von Paris ausgeführt hat. Sie erinnert an einen frühen, zu keinem Resultate leitenden Versuch von Galilei mit zwei gegenseitig zu verdeckenden Laternen.

Aus Römer's ersten Beobachtungen der Jupiterstrabanten schätzten Horrebow und Du Hamel den Lichtweg in Zeit von der Sonne zur Erde bei mittlerer Entfernung $14' 7''$, Cassini $14' 10''$; Newton †), was recht auffallend ist, der Wahrheit weit näher $7' 30''$. Delambre ‡) fand, indem er kloß unter den Beobachtungen seiner Zeit die des ersten Trabanten in Rechnung nahm, $8' 13''$. 2. Mit vielem Rechte hat Ende bemerkt, wie wichtig es wäre, in der sicheren Hoffnung bei der jetzigen Vollkommenheit der Fernröhre übereinstimmendere Resultate zu erlangen, eine eigene Arbeit über die Verfinsterungen des Jupitertrabanten zur Ableitung der Lichtgeschwindigkeit zu unternehmen.

Aus Bradley's, von Rigaud in Orford wieder aufgefundenen Aberrations-Beobachtungen folgen nach der Untersuchung von Dr. Busch ||) in Königsberg für den Lichtweg von der Sonne zur Erde $8' 12''$, 14, die Geschwindigkeit des Sternlichtes 41994 geogr. Mei-

*) S. Arago's Entwicklung seiner Methode im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 337-343. „L'observation attentive des phases d'Algol à six mois d'intervalle servira à déterminer directement la vitesse de la lumière de cette étoile. Près du maximum et du minimum le changement d'intensité s'opère lentement; il est au contraire rapide à certaines époques intermédiaires entre celles qui correspondent aux deux états extrêmes, quand Algol, soit en diminuant, soit en augmentant d'éclat, passe par la troisième grandeur.“

†) Newton, Opticks 2d Ed. (Lond. 1718) p. 325: „light moves from the sun to us 7 or 8 minutes of time.“ Newton vergleicht die Geschwindigkeit des Schalles (1140 feet in 1'') mit der des Lichtes. Wenn er für die letztere, nach Beobachtungen von Verfinsterungen der Jupiterstrabanten (der Tod des großen Mannes fällt ohngefähr ein halbes Jahr vor Bradley's Entdeckung der Aberration), von der Sonne zur Erde $7' 30''$ rechnet, bei der Annahme von einem Abstand von 70 Millionen englischer Meilen; so durchläuft das Licht in jeder Zeiteinheit 155555 $\frac{1}{2}$ engl. Meilen. Die Reduction tiefer Meilen auf geographische ($15=1^\circ$) ist Schwanfungen unterworfen, je nachdem man die Gestalt der Erde verschieden annimmt. Nach Ende's genauen Annahmen im Jahrbuch für 1852 gehen (wenn nach Dove 1 engl. Meile = 5280 engl. Fuß = 4954,206 Pariser Fuß) 69,1637 engl. Meilen auf einen Aequatorial-Grad. Für Newton's Angabe folgt demnach eine Lichtgeschwindigkeit von 33736 geogr. Meilen. Newton hat aber die Sonnen-Parallaxe zu $12''$ angenommen. Ist diese, wie sie Ende's Berechnung des Venus-Durchganges gegeben hat, $8''$, 57116; so wird damit die Entfernung größer, und man erhält für die Lichtgeschwindigkeit (bei $7\frac{1}{2}$ Minuten) 47232 geogr. Meilen für eine Zeiteinheit: also zu viel, statt vorher zu wenig. Es ist gewiß sehr merkwürdig, und von Delambre (Hist. de l'Astronomie moderne T. II. p. 653) nicht bemerkt worden, daß Newton, während die Angaben des Lichtweges in dem Halbmeßer der Erdbahn seit Römer's Entdeckung 1675 bis zum Anfang des 18ten Jahrhunderts, übertrieben hoch, zwischen $11'$ und $14' 10''$ schwanken, vielleicht auf neuere englische Beobachtungen des ersten Trabanten gestützt, der Wahrheit (dem jetzt angenommenen Struvischen Resultate) ohngefähr bis auf $47''$ nahe kam. Die älteste Abhandlung, in welcher Römer, Picard's Schüler, der Akademie seine Entdeckung vortrug, war vom 22. Nov. 1675. Er fand durch 40 Aus- und Eintritte der Jupiterstrabanten

„un retardement de lumière de 22 minutes par l'intervalle qui est le double de celui qui l'y a d'ici au Soleil.“ (Mémoires de l'Acad. de 1666-1699 T. X. 1730 p. 400). Cassini bestritt nicht die Thatsache der Verlangsamung; aber er bestritt das angegebene Zeitmaas, weil (was sehr irrig ist) verschiedene Trabanten andere Resultate darbieten. Du Hamel, der Secretär der Pariser Akademie (Regiae scientiarum Academiae Historia 1698 p. 145), giebt, 17 Jahre nachdem Römer Paris verlassen hatte, und doch ihn beziehend, 10 bis 11 Minuten an; aber wir wissen durch Peter Horrebow (Basis Astronomiae sive Triduum Roemerianum 1735 p. 122-129), daß Römer, als er 1704, also 6 Jahre vor seinem Tode, ein eigenes Werk über die Geschwindigkeit des Lichtes herausgeben wollte, bei dem Resultate von $11'$ fest beharrte: eben so Huygens's Tract. de Lumine cap. 1 p. 7). Ganz anders verfährt Cassini; er findet für den ersten Trabant $7' 5''$, für den zweiten $14' 12''$, und legt für seine Jupiterstafeln zum Grunde $14' 10''$ pro perorando diametri semissi. Der Irrthum war also im Juchamen. (Vergl. Horrebow, Triduum p. 129; Cassini, Hypothèses et Satellites de Jupiter in den Mém. de l'Acad. 1666-1699 T. VIII. p. 435 und 475; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 761 und 782; Du Hamel, Physica p. 435.

‡) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 653. ||) Reduction of Bradley's observations at Kew and Wansted 1836 p. 22; Schumacher's astr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 309. (Vergl. Miscellaneous Works and Correspondence of the Rev. James Bradley, by Prof. Rigaud, Oxford 1832.) — Ueber die bisherigen Erklärungsversuche der Aberration nach der Undulations-Theorie des Lichts s. Doppler in den Abhandl. der kön. böhmischen Gesellschaft der Wiss. 5te Folge Bd. III. S. 745-765. Ungemein merkwürdig ist für die Geschichte großer astronomischer Entdeckungen, daß Picard mehr als ein halbes Jahrhundert vor Bradley's eigentlicher Entdeckung und Erklärung der Ursache der Aberration, wahrscheinlich seit 1687, eine wiederkehrende Bewegung des Polarsternes von ohngefähr $20''$ bemerkt, welche „weder Wirkung der Parallaxe noch der Refraction sein könne und in entgegengesetzten Jahreszeiten sehr regelmäßig sei.“ (Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 616). Picard war auf dem Wege die Geschwindigkeit des directen Lichts früher zu entdecken, als sein Schüler Römer die Geschwindigkeit des reflectirten Lichtes bekannt machte.

Ien in der Secunde, und die Aberrations=Constante $20''$, 2116; aber nach neueren, achtzehnmönatlichen Aberrations=Beobachtungen von Struve am großen Passage=Instrument von Pulkowa *) muß die erste dieser Zahlen ansehnlich vergrößert werden. Das Resultat dieser großen Arbeit war: $8' 17''$, 78; woraus bei der Aberrations=Constante von $20''$, 4451 mit Ende's Verbesserung der Sonnen=Parallaxe im J. 1835 und der im astronomischen Jahrbuch für 1852 von ihm angegebenen Werthe des Erdbahnmessers die Lichtgeschwindigkeit von 41549 geogr. Meilen folgt. Der wahrscheinliche Fehler in der Geschwindigkeit soll kaum noch 2 geogr. Meilen betragen. Dies Struvische Resultat ist von dem Delambriſchen ($8' 13''$, 2), das von Bessel in dem Trab. Region. und bisher in dem Berliner astronomischen Jahrbuche angewandt worden ist, für die Zeit, welche der Lichtstrahl von der Sonne zur Erde braucht, um $\frac{1}{110}$ verschieden. Als völlig abgeschlossen ist die Discussion des Gegenstandes noch nicht zu betrachten. Die früher gehegte Vermuthung, daß die Lichtgeschwindigkeit des Polarsterns in Verhältniß von 133 zu 134 schwächer sei, als die seines Begleiters, ist aber vielem Zweifel unterworfen geblieben.

Ein durch seine Kenntniſſe wie durch seine große Feinheit im Experimentiren ausgezeichnete Physiker, Herr Fizeau, hat durch sinnreich construirte Vorrichtungen, in denen künstliches, sternartiges Licht von Sauerstoff und Wasserstoff durch einen Spiegel in 8633 Meter (26575 Par. Fuß) Entfernung, zwischen Suresne und La Butte Montmartre, an den Punkt zurückgesandt wird, von dem es ausgegangen, eine terrestrische Messung der Lichtgeschwindigkeit vollbracht. Eine mit 720 Zähnen versehene Scheibe, welche 12,6 Umläufe in der Secunde machte, verdeckte abwechselnd den Lichtstrahl oder ließ ihn frei durch zwischen den Zähnen des Randes. Aus der Angabe eines Zählens (compteur) glaubte man schließen zu können, daß das künstliche Licht 17266 Meter, d. i. den doppelten Weg zwischen den Stationen, in $\frac{1}{18000}$ einer Zeitsecunde zurücklegte: woraus sich eine Geschwindigkeit von 310788 Kilometer oder (da 1 geogr. Meile 7419 Meter ist) von 41882 geogr. Meilen in der Secunde †) ergibt. Dies Resultat käme demnach dem von Delambre (41994 Meilen) aus den Jupiterstrabanten geschlossenen am nächsten.

Directe Beobachtungen und sinnreiche Betrachtungen über die Abwesenheit aller Färbung während des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne, auf die ich später zurückkommen werde, haben Arago zu dem Resultate geführt, daß nach der Undulations=Theorie die Lichtstrahlen, welche verschiedene Farbe, und also sehr verschiedenartige Länge und Schnelligkeit der Transversal=Schwingungen haben, sich in den himmlischen Räumen mit gleicher Geschwindigkeit bewegen. Deshalb ist aber doch im Innern der verschiedenen Körper, durch welche die farbigen Strahlen gehen, ihre Fortpflanzungs=Geschwindigkeit und Brechung verschieden ‡). Die Beobachtungen Arago's haben nämlich gelehrt, daß im

*) Schum. Astr. Nachr. Bd. XXI. 1844 No. 484; Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 106 und 107 (vergl. Cosmos Buch I. S. 77). Wenn in dem Annuaire pour 1842 p. 287 die Geschwindigkeit des Lichts in der Secunde zu 308000 Kilometer oder 77000 Lieues (also jede zu 4000 Meter) geschätzt wird, so steht diese Angabe der neuen Struvischen am nächsten. Sie giebt 41507 geogr. Meilen, die der Pulkowaer Sternwarte 41549. Ueber den Unterschied der Aberration des Polarsterns und seines Begleiters, und Struve's eigene neuere Zweifel s. Mädler, Astronomie 1849 S. 393. Ein noch größeres Resultat für den Lichtweg von der Sonne zur Erde giebt William Richardson: nämlich $8' 19''$, 28, wozu die Geschwindigkeit von 41422 geogr. Meilen gehört. (Mem. of the Astron. Soc. Vol. IV. P. 1. p. 68.)

†) Fizeau giebt sein Resultat in Lieues an, deren 25 auf einen Aequatorial=Grad gehen und welche demnach 4452 Meter haben; zu 70000 solcher Lieues in der Secunde. Ueber frühere Versuche von Fizeau s. Comptes rendus T. XXIX. p. 92. In Moigno, Répert.

d'Optique moderne P. III. p. 1162, ist das Resultat zu 70843 Lieues ($25'' = 1''$) angegeben: also 42506 geogr. Meilen, dem Resultat von Bradley und Busch am nächsten.

‡) „D'après la théorie mathématique dans le système des ondes, les rayons de différentes couleurs, les rayons, dont les ondulations sont inégales, doivent néanmoins se propager dans l'Ether avec la même vitesse. Il n'y a pas de différence à cet égard entre la propagation des ondes sonores, lesquelles se propagent dans l'air avec la même rapidité. Cette égalité de propagation des ondes sonores est bien établie expérimentalement par la similitude d'effet qu'il produit une musique donnée à toutes distances du lieu où l'on l'exécute. La principale difficulté, je dirai l'unique difficulté qu'on eût élevée contre le système des ondes, consistait donc à expliquer, comment la vitesse de propagation des rayons de différentes couleurs dans des corps différents pouvait être dissemblable et servir à rendre compte de l'inégalité de réfraction de ces rayons ou de la dis-

Prisma die Brechung nicht durch die relative Geschwindigkeit des Lichtes gegen die Erde verändert wird. Alle Messungen gaben einstimmig das Resultat: daß das Licht von den Sternen, nach welchen die Erde sich hinbewegt, denselben Brechungs-Index darbietet als das Licht der Sterne, nach welchen die Erde sich entfernt. In der Sprache der Emissions-Hypothese sagte der berühmte Beobachter: daß die Körper Strahlen von allen Geschwindigkeiten ausenden, daß aber unter diesen verschiedenen Geschwindigkeiten nur eine die Empfindung des Lichts anzuregen vermag *).

Vergleicht man die Geschwindigkeit des Sonnen-, Sternen und irdischen Lichtes, welche auch in den Brechungswinkeln des Prisma sich alle auf ganz gleiche Weise verhalten, mit der Geschwindigkeit des Lichtes der Reibungs-Electricität, so wird man geneigt, nach den von Wheatstone mit bewundernswürdigem Scharfsinn angeordneten Versuchen die letztere auf das mindeste für schneller im Verhältniß wie 3 zu 2 zu halten. Nach dem schwächsten Resultate des Wheatstonischen optischen Dreh-Apparats legt das electrische Licht in der Secunde 288000 englische Meilen zurück oder (1 Statut-Meile, deren 69,12 auf den Grad gehen, zu 4954 Par. Fuß gerechnet) mehr als 62500 geographische Meilen †). Rechnet man nun mit Struve für Sternenlicht in den Aberrations-Beobachtungen 41549, so erhält man den oben angegebenen Unterschied von 20951 geogr. Meilen als größere Schnelligkeit der Electricität.

Diese Angabe widerspricht scheinbar der schon von William Herschel aufgestellten Ansicht, nach der das Sonnen- und Fixsternlicht vielleicht die Wirkung eines electro-magnetischen Processes, ein perpetuirliches Nordlicht sei. Ich sage scheinbar; denn es ist wohl nicht die Möglichkeit zu bestreiten, daß es in den leuchtenden Weltkörpern mehrere, sehr verschiedenartige magneto-electrische Prozesse geben könne, in denen das Erzeugniß des Processes, das Licht, eine verschiedenartige Fortpflanzungs-Geschwindigkeit besäße. Zu dieser Vermuthung gesellt sich die Unsicherheit des numerischen Resultats in den Wheat-

persion. On a montré récemment que cette difficulté n'est pas insurmontable; qu'on peut constituer l'Ether dans les corps inégalement denses de manière que des rayons à ondulations dissemblables s'y propagent avec des vitesses inégales: reste à déterminer, si les conceptions des géomètres à cet égard sont conformes à la nature des choses. Voici les amplitudes des ondulations déduites expérimentalement d'une série de faits relatifs aux interférences:

violet . . .	0,000423
jaune . . .	0,000551
rouge . . .	0,000620.

La vitesse de transmission des rayons de différentes couleurs dans les espaces célestes est la même dans le système des ondes et tout à fait indépendante de l'étendue ou de la vitesse des ondulations." Arago, *Handscr.* von 1849. Vergl. auch *Annuaire pour 1842* p. 333-336. — Die Länge der Lichtwellen des Aethers und die Geschwindigkeit der Schwingungen bestimmen den Charakter der Farbenstrahlen. Zum Violet, dem am meisten refrangibeln Strahle, gehören 662; zum Roth, dem am wenigsten refrangibeln Strahle, (bei größter Wellenlänge) nur 451 Billionen Schwingungen in der Secunde.

*) „J'ai prouvé, il y a bien des années, par des observations directes que les rayons des étoiles vers lesquelles la Terre marche, et les rayons des étoiles dont la Terre s'éloigne, se réfractent exactement de la même quantité. Un tel résultat ne peut se concilier avec la théorie de l'émission qu'à l'aide d'une addition importante à faire à cette théorie: il faut admettre que les corps lumineux émettent des rayons de toutes les vitesses, et que les seuls rayons d'une vitesse déterminée sont visibles, qu'eux seuls produisent dans l'oeil la sensation de lumière. Dans

la théorie de l'émission, le rouge, le jaune, le vert, le bleu, le violet solaires sont respectivement accompagnés de rayons pareils, mais obscurs par défaut ou par excès de vitesse. A plus de vitesse correspond une moindre réfraction, comme moins de vitesse entraîne une réfraction plus grande. Ainsi chaque rayon rouge visible est accompagné de rayons obscurs de la même nature, qui se réfractent les uns plus, les autres moins que lui: ainsi il existe des rayons dans les stries noires de la portion rouge du spectre; la même chose doit être admise des stries situées dans les portions jaunes, vertes, bleues et violettes." Arago in den *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* T. XVI. 1843 p. 404. (Vergl. auch T. VIII. 1833 T. VIII. 1839 p. 326 und *Poiss. son, Traité de Mécanique* éd. 2. 1833 T. I. § 168. Nach den Ansichten der Undulations-Theorie finden die Gestirne Wellen von unendlich verschiedenen transversalen Oscillations-Geschwindigkeiten aus.

†) Wheatstone in den *Philos. Transact. of the Royal Soc.* for 1834 p. 589 und 591. Aus den in dieser Abhandlung beschriebenen Versuchen scheint zu folgen, daß das menschliche Auge fähig ist Lichterscheinungen zu empfinden (p. 591), „deren Dauer auf ein Milliontheil einer Secunde eingeschränkt ist.“ Ueber die im Texte erwähnte Hypothese, nach welcher das Sonnenlicht unserm Polarlicht analog ist, s. Sir John Herschel, *Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope* 1847 p. 351. Der scharfsinnigen Anwendung eines durch Breguet vervollkommenen Wheatstonischen Drehungs-Apparats, um zwischen der Emissions- und Undulations-Theorie zu entscheiden, da nach der erstern das Licht schneller, nach der zweiten langsamer durch Wasser als durch Luft geht, hat Arago schon in den *Comptes rendus* T. VII. 1838 p. 956 erwähnt. (Vergl. *Comptes rendus* pour 1850 T. XXX. p. 489-495 und 556.)

stonischen Versuchen. Ihr Urheber selbst hält dasselbe für „nicht hinlänglich begründet und neuer Bestätigung bedürftig,“ um befriedigend mit den Aberrations- und Satelliten-Beobachtungen verglichen zu werden.

Neuere Versuche, welche Walker in den Vereinigten Staaten von Nordamerika über die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der Electricität bei Gelegenheit seiner telegraphischen Längen-Bestimmungen von Washington, Philadelphia, Neu-York und Cambridge machte, haben die Aufmerksamkeit der Physiker lebhaft auf sich gezogen. Nach Steinheil's Beschreibung dieser Versuche war die astronomische Uhr des Observatoriums in Philadelphia mit dem Schreib-Apparate von Morse auf der Telegraphenlinie in solche Verbindung gesetzt, daß sich auf den endlosen Papierstreifen des Apparats der Gang dieser Uhr durch Punkte selbst aufzeichnete. Der electrische Telegraph trägt jedes dieser Uhrzeichen augenblicklich nach den anderen Stationen, und giebt denselben durch ähnliche Punkte auf ihren fort-rückenden Papierstreifen die Zeit von Philadelphia. Auf diese Weise können willkürliche Zeichen oder der Moment des Durchganges eines Sternes in gleicher Art von dem Beobachter der Station eingetragen werden, indem er bloß mit dem Finger drückend eine Klappe berührt. „Der wesentliche Vortheil dieser amerikanischen Methode besteht,“ wie Steinheil sich ausdrückt, „darin, daß sie die Zeitbestimmung unabhängig von der Verbindung der beiden Sinne, — Gesicht und Gehör —, gemacht hat, indem der Uhrgang sich selbst notirt und der Moment des Sterndurchganges (nach Walker's Behauptung bis auf den mittleren Fehler von dem 70sten Theil einer Secunde) bezeichnet wird. Eine constante Differenz der verglichenen Uhrzeichen von Philadelphia und Cambridge entspringt aus der Zeit, die der electrische Strom braucht, um zweimal den Schließungskreis zwischen beiden Stationen zu durchlaufen.“

Messungen, welche auf Leitungswegen von 1050 englischen oder 242 geographischen Meilen Länge angestellt wurden, gaben aus 18 Bedingungs-Gleichungen die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit des hydrogalvanischen Stromes nur zu 18700 englischen oder 4060 geographischen Meilen *), d. h. funfzehnmal langsamer als der electrische Strom in Wheatstone's Drehschreiben! Da in den merkwürdigen Versuchen von Walker nicht zwei Drähte angewandt wurden, sondern die Hälfte der Leitung, wie man sich auszudrücken pflegt, durch den feuchten Erdboden geschah; so könnte hier die Vermuthung gerechtfertigt scheinen, daß die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der Electricität sowohl von der Natur als der Dimension †) des Mediums abhängig ist. Schlechte Leiter in der Voltaischen Kette erwärmen sich stärker als gute Leiter, und die electrischen Entladungen sind nach den neuesten Versuchen von Riess ‡) ein sehr verschiedenartig complicirtes Phänomen. Die jetzt herrschenden Ansichten über das, was man „Verbindung durch Erdbreich“ zu nennen pflegt, sind der Ansicht von linearer Molecular-Leitung zwischen den beiden Drahtenden und der Vermuthung von Leitungs-Hindernissen, von Anhäufung und Durchbruch in einem Strome entgegen: da das, was einst als Zwischenleitung in der Erde betrachtet wurde, einer Ausgleichung (Wiederherstellung) der electrischen Spannung allein angehören soll.

Wenn es gleich nach den jetzigen Grenzen der Genauigkeit in dieser Art von Beobach-

*) Steinheil in Schumacher's Astr. Nachr. No. 679 (1849) S. 97-100; Walker in den Proceedings of the American Philosophical Society Vol. V. p. 128. (Vergl. ältere Vorschläge von Pouillet in den Comptes rendus T. XIX p. 1386.) Noch neuere sinnreiche Versuche von Mitchell, Director der Sternwarte von Cincinnati (Gould's Astron. Journal, Dec. 1849 p. 3: on the velocity of the electr. wave), und von Fizeau und Gounelle zu Paris (April 1850) entfernen sich gleich von Wheatstone's und Walker's Resultaten. Auffallende Unterschiede von Leitung durch Eisen und Kupfer zeigen die Versuche in den Comptes rendus T. XXX p. 439.

†) S. Vöggenborff in seinen Annalen Bd. LXXIII. 1848 S. 337 und Pouillet, Comptes rendus T. XXX. p. 501.

‡) Riess in Voggend. Ann. Bd. 78 S. 433. — Ueber die Nichtleitung des zwischenliegenden Erdbreichs s. die wichtigen Versuche von Guillemin sur le courant dans une pile isolée et sans communication entre les pôles in den Comptes rendus T. XXIX. p. 521. „Quand on remplace un fil par la terre dans les télégraphes électriques, la terre sert plutôt de réservoir commun que de moyen d'union entre les deux extrémités du fil.“

tungen wahrscheinlich ist, daß die Aberrations=Constante und demnach die Lichtgeschwindigkeit aller Fixsterne dieselbe ist; so ist doch auch mehrmals der Möglichkeit gedacht worden, daß es leuchtende Weltkörper gebe, deren Licht deshalb nicht bis zu uns gelangt, weil bei ihrer ungeheuren Masse die Gravitation die Lichttheilchen zur Umkehr nöthigt. Die Emissions-Theorie giebt solchen Phantasien eine wissenschaftliche Form *). Ich erwähne hier derselben nur deshalb, weil später gewisser Eigenthümlichkeiten der Bewegung, welche dem Procyon zugeschrieben wurden und auf eine Störung durch dunkle Weltkörper zu leiten schienen, Erwähnung geschehen muß. Es ist der Zweck dieses Theils meines Werkes, das zu berühren, was zur Zeit seiner Ausarbeitung und seines Erscheinens die Wissenschaft nach verschiedenen Richtungen bewegt hat und so den individuellen Charakter einer Epoche in der siderischen wie in der tellurischen Sphäre bezeichnet.

Die photometrischen oder Helligkeits-Verhältnisse selbstleuchtender Gestirne, welche den Weltraum erfüllen, sind seit mehr als zweitausend Jahren ein Gegenstand wissenschaftlicher Beobachtung und Schätzung gewesen. Die Beschreibung des gestirnten Himmels umfaßte nicht bloß die Ortsbestimmungen, die Messung des Abstandes der leuchtenden Weltkörper von einander und von den Kreisen, welche sich auf den scheinbaren Sonnenlauf und die tägliche Bewegung des Himmelsgewölbes beziehen; sie berührte auch zugleich die relative Lichtstärke der Gestirne. Die Aufmerksamkeit der Menschen ist gewiß am frühesten auf den lezten Gegenstand geheftet gewesen; einzelne Sterne haben Namen erhalten, ehe man sie sich als mit anderen in Gruppen und Bildern verbunden dachte. Unter den wilden kleinen Völkerschaften, welche die dichten Waldgegenden des Oberen Orinoco und Abapó bewohnen, an Orten, wo der undurchdringliche Baummwuchs mich gewöhnlich zwang zu Weiten-Bestimmungen nur hoch culminirende Sterne zu beobachten, fand ich oft bei einzelnen Individuen, besonders bei Greisen, Benennungen für Canopus, Achernar, die Füße des Centaur und α des südlichen Kreuzes. Hätte das Verzeichniß der Sternbilder, welches wir unter dem Namen der Catasterismen des Eratosthenes besitzen, das hohe Alter, das man ihm so lange zugeschrieben (zwischen Autolycus von Pitane und Timocharis, also fast anderthalb Jahrhunderte vor Hipparch); so besäßen wir in der Astronomie der Griechen eine Grenze für die Zeit, wo die Fixsterne noch nicht nach relativen Größen gereiht waren. Es wird in den Catasterismen bei der Aufzählung der Gestirne, welche jedem einzelnen Sternbilde zukommen, oft der Zahl der in ihnen leuchtendsten und größten, oder der dunkeln, wenig erkennbaren, gedacht †); aber keiner relativen Beziehung der Angaben von einem Sternbilde zum anderen. Die Catasterismen sind nach Bernhards, Baehr und Petronne mehr als zwei Jahrhunderte neuer als der Catalog des Hipparchus: eine unfleißige Compilation, ein Excerpt aus dem, dem Julius Hyginus zugeschriebenen Poeticum astronomicum, wenn nicht aus dem Gedichte *Ερμης* des alten Eratosthenes. Jener Catalog des Hipparchus, welchen wir in der Form besitzen, die ihm im Almagest gegeben ist, enthält die erste und wichtige Bestimmung der Grö ß e n =

*) Mäbler, Astr. S. 380. Laplace nach Moigno, Répertoire d'Optique moderne 1847 T. I. p. 72. „Selon la théorie de l'émission on croit pouvoir démontrer que si le diamètre d'une étoile fixe serait 250 fois plus grand que celui du soleil, sa densité restant la même, l'attraction exercée à sa surface détruirait la quantité de mouvement de la molécule lumineuse émise, de sorte qu'elle serait invisible à de grandes distances.“ Wenn man dem Arcturus mit William Herschel einen scheinbaren Durchmesser von 0", 1 zuschreibt, so folgt aus dieser Annahme, daß der wirkliche Durchmesser dieses Sterns nur 11mal größer ist als der unserer Sonne (Rosmos Buch I. S. 74 u. Anm. *). Nach der obigen Betrachtung über eine der Ursachen des Nichtleuchtens würde bei sehr verschiedenen Dimensionen der Weltkörper die Licht-Geschwin-

digkeit verschieden sein müssen, was bisher durch die Beobachtung keineswegs bestätigt ist. (Arago in den Comptes rendus T. VIII. p. 326: „les expériences sur l'égalité déviation prismatique des étoiles vers lesquelles la terre marche ou dont elle s'éloigne, rend compte de l'égalité de vitesses apparentes des rayons de toutes les étoiles.“)

†) Eratosthenes, Catasterismi ed. Schaubach 1795 und Eratosthenica ed. God. Bernhardt 1822 p. 110-116. Die Beschreibung unterscheidet unter den Sternen λαμπροὺς (μεγάλους) und ἀμειβομένους (esp. 2, 11, 41). Eben so Ptolemäus; bei ihm beziehen sich οἱ ἀμειβομένοι nur auf die Sterne, welche nicht förmlich zu einem Sternbilde gehören.

classen (Helligkeits-Abstufungen) von 1022 Sternen, also ungefähr von $\frac{1}{3}$ aller am ganzen Himmel mit bloßen Augen sichtbaren Sterne zwischen 1ter und 6ter Größe, letztere mit eingeschlossen. Ob die Schätzungen von Hipparchus allein herrühren, ob sie nicht vielmehr theilweise den Beobachtungen des Timocharis oder Aristyllus angehören, welche von Hipparchus so oft benutzt wurden; bleibt ungewiß.

Diese Arbeit ist die wichtige Grundlage gewesen, auf welcher die Araber und das ganze Mittelalter fortgebaut; ja die bis in das 19te Jahrhundert übergegangene Gewohnheit, die Zahl der Sterne erster Größe auf 15 zu beschränken (Mädler zählt deren 18, Rümmer nach sorgfältigerer Erforschung des südlichen Himmels über 20), stammt aus der Classification des Almagest am Schluß der Sterntafel des achten Buches her. Ptolemäus, auf das natürliche Sehen angewiesen, nannte dunkle Sterne alle, welche schwächer als seine 6te Classe leuchten; von dieser Classe führt er sonderbarerweise nur 49 auf, fast gleichartig unter beide Hemisphären vertheilt. Erinnert man sich, daß das Verzeichniß ohngefähr den fünften Theil aller dem bloßen Auge sichtbaren Fixsterne aufführt, so hätte dasselbe, nach Argelanders Untersuchungen, 640 Sterne 6ter Größe geben sollen. Die Nebelsterne (*νεφεληειδείς*) des Ptolemäus und der Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes sind meist kleine Sternschwärme*), welche bei der reineren Luft des südlichen Himmels als Nebelflecke erscheinen. Ich gründe diese Vermuthung besonders auf die Angabe eines Nebels an der rechten Hand des Perseus. Galilei, der so wenig als die griechischen und arabischen Astronomen den dem bloßen Auge sichtbaren Nebelfleck der Andromeda kannte, sagt in Nuncius sidereus selbst, daß stellae nebulosae nichts anders sind, als Sternhäufen, die wie areolae sparsim per aethera fulgent †). Das Wort Größenordnung (*τῶν μεγάλων τάξις*), obgleich auf den Glanz beschränkt, hat doch schon im 9ten Jahrhunderte zu Hypothesen über die Durchmesser der Sterne verschiedener Helligkeit geführt ‡): als hinge die Intensität des Lichts nicht zugleich von der Entfernung, dem Volum, der Masse und der eigenthümlichen, den Lichtproceß begünstigenden, Beschaffenheit der Oberfläche eines Weltkörpers ab.

Zur Zeit der mongolischen Obergewalt, als im 15ten Jahrhundert unter dem Timuriden Ulugh Beig die Astronomie in Samarkand in größter Blüthe war, erhielten photometrische Bestimmungen dadurch einen Zuwachs, daß jede der 6 Classen der hipparchischen und ptolemäischen Sterngrößen in 3 Unterabtheilungen getheilt wurde; man unterschied kleine, mittlere und große Sterne der zweiten Größe: was an die Versuche zehnteiliger Abstufungen von Struve und Argelander erinnert §). In den Tafeln von Ulugh Beig wird dieser photometrische Fortschritt, die genauere Bestimmung der Lichtheftigkeiten, dem Abdurrahman Gusi zugeschrieben, welcher ein eigenes Werk „von der Kenntniß der Fixen“ herausgegeben hatte und zuerst der einen (Malleganischen) Lichtwolke unter dem Namen des Weißen Ochsen erwähnte. Seit der Einführung des telescopischen Sehens und seiner allmäligen Vervollkommenung wurden die Schätzungen der Lichtabstufung weit über die 6te Classe ausgedehnt. Das Bedürfnis, die im Schwan und im Ophiuchus neu erschienenen Sterne (der erstere blieb 21 Jahre lang leuchtend) in der Zunahme und Abnahme ihres Lichtes mit dem Glanze anderer Sterne zu vergleichen, reizte zu photometrischen Betrachtungen. Die sogenannten dunkeln Sterne des Ptolemäus (unter der 6ten Größe) erhielten numerische Benennungen relativer Licht-Intensität. „Astronomen,“ sagt Sir John Herschel, „welche an den Gebrauch mächtiger, raum=

*) Ptol. Imag. ed. Salma T. II. p. 40 und in Eratosth. Catast. cap. 22 pag. 18: ἡ δὲ κεφαλὴ καὶ ἡ ἄρση ἀναπνοῦ ὄραται, διὰ δὲ νεφελοειδὸς ἀντιστροφῆς δοκεῖ τισὶν ὄρασθαι. Eben so Geminos, Phaen. (ed. Hilber. 1590) p. 46.

†) Rossomodus Buch II. S. 368 und Anm. §).

‡) Muhamedis Alfragani Chronologica et Astr. Elementa 1590 cap. XXIV p. 118.

§) Einige Handschriften des Almagest deuten auch auf solche Unterabtheilungen oder Zwischenclassen hin, da sie den Größen-Bestimmungen die Wörter *μεῖζων* oder *λάσσων* zufügen (Cod. Paris. No. 2389). Lychko brückte diese Mehrung und Minderung durch Punkte aus.

durchdringender Fernröhre gewöhnt sind, verfolgen abwärts die Reihung der Lichtschwäche von der 8ten bis zur 16ten Größe*)." Aber bei so schwachem Lichtglanze sind die Benennungen der Größenklassen theilweise sehr unbestimmt, da Struve bisweilen zur 12ten bis 13ten Größe zählt, was John Herschel 18ter bis 20ter nennt.

Es ist hier nicht der Ort, die sehr ungleichartigen Methoden zu prüfen, welche in anderthalb Jahrhunderten, von Huzout und Huygens bis Bouguer und Lambert, von William Herschel, Rumford und Wollaston bis Steinheil und John Herschel, zu Lichtmessungen angewandt worden sind. Es genügt nach dem Zweck dieses Werkes die Methoden übersichtlich zu nennen. Sie waren: Vergleichung mit den Schatten künstlicher Lichter, in Zahl und Entfernung verschieden; Diaphragmen; Plangläser von verschiedener Dicke und Farbe; künstliche Sterne, durch Refler auf Glasugeln gebildet; Nebeneinander-Stellung von zwei siebenfüßigen Telescopen, bei denen man fast in einer Secunde von einem zum anderen gelangen konnte: Reflerions-Instrumente, in welchen man zwei zu vergleichende Sterne zugleich sieht, nachdem das Fernrohr vorher so gestellt worden ist, daß der unmittelbar gesehene Stern zwei Bilder von gleicher Intensität gegeben hat †); Apparate mit einem vor dem Objectiv angebrachten Spiegel und mit Objectiv-Blendungen, deren Drehung auf einem Ringe gemessen wird; Fernröhre mit getheilten Objectiven, deren jede Hälfte das Sternlicht durch ein Prisma erhält; Astrometer ‡), in welchen ein Prisma das Bild des Mondes oder des Jupiter reflectirt, und durch eine Linse in verschiedenen Entfernungen das Bild zu einem lichtvolleren oder lichtschwächeren Stern concentrirt wird. Der geistreiche Astronom, welcher in der neuesten Zeit in beiden Hemisphären sich am eifrigsten mit der numerischen Bestimmung der Lichtstärke beschäftigt hat, Sir John Herschel, gesteht doch nach vollbrachter Arbeit selbst, daß die praktische Anwendung genauer photometrischer Methoden noch immer als „ein Desideratum der Astronomie“ betrachtet werden müsse, daß „die Lichtmessung in der Kindheit liege.“ Das zunehmende Interesse für die veränderlichen Sterne, und eine neue Himmelsbegehrtheit, die außerordentliche Lichtzunahme eines Sternes im Schiffe Argo im Jahre 1837, haben das Bedürfniß sicherer Lichtbestimmung jetzt mehr als je fühlen lassen.

Es ist wesentlich zu unterscheiden zwischen der bloßen Reihung der Gestirne nach ihrem

*) Sir John Herschel, *Outl. of Astr.* p. 520–527.

†) Das ist die Anwendung des Spiegeltestanten zur Bestimmung der Lichtstärke der Sterne, dessen ich mich mehr noch als der Diaphragmen, die mir Borda empfohlen hatte, unter den Tropen bedient habe. Ich begann die Arbeit unter dem schönen Himmel von Cumana, und setzte sie später in der südlichen Hemisphäre, unter weniger günstigen Verhältnissen, auf der Hochebene der Andes und an dem Südsee-Ufer bei Guayaquil bis 1803 fort. Ich hatte mir eine willkürliche Scale gebildet, in der ich Sirius als den glänzendsten aller Fixsterne = 100 setzte; die Sterne 1ster Größe zwischen 100 und 80, die 2ter Größe zwischen 80 und 60, die 3ter Größe zwischen 60 und 45, die 4ter zwischen 45 und 30, die 5ter zwischen 30 und 20. Ich musterte besonders die Sternbilder des Schiffs und des Kranichs, in denen ich seit La Caille's Zeit Veränderungen zu finden glaubte. Mir schien, nach sorgfältigen Combinationen der Schätzung und andere Sterne als Mittelstufen benutzend, Sirius so viel lichtstärker als Canopus wie a Centauri lichtstärker ist als Aldebaran. Meine Zahlen können wegen der oben erwähnten Classification keineswegs unmittelbar mit denen verglichen werden, welche Sir John Herschel schon seit 1838 bekannt gemacht hat. (S. mein *Recueil d'Observ. astr.* Vol. I. p. LXXI und *Relat. hist. du Voy. aux Régions équinox.* T. I. p. 518 und 624; auch *Lettre de Mr. de Humboldt à Mr. Schumacher* en févr. 1839, in den *Astr. Nachr.* No. 374. In diesem Briefe heißt es: „Mr. Arago, qui possède des moyens photomé-

triques entièrement différent de ceux qui ont été publiés jusqu'ici, m'avait rassuré sur la partie des erreurs qui pouvaient provenir du changement d'inclinaison d'un miroir entamé sur la face intérieure. Il blâme d'ailleurs le principe de ma méthode et le regarde comme peu susceptible de perfectionnement, non seulement à cause de la différence des angles entre l'étoile vue directement et celle qui est amenée par réflexion, mais surtout parce que le résultat de la mesure d'intensité dépend de la partie de l'œil qui se trouve en face de l'oculaire. Il y a erreur lorsque la pupille n'est pas très exactement à la hauteur de la limite inférieure de la portion non entamée du petit miroir.“

‡) Vergl. Steinheil, *Elemente der Helligkeitsmessungen am Sternenhimmel* München 1836 (Schum. *Astr. Nachr.* No. 609) und John Herschel, *Results of Astronomical Observations made during the years 1834–1838 at the Cape of Good Hope* (Lond. 1847), p. 353–357. Mit dem Photometer von Steinheil hat Seibel 1846 die Lichtquantitäten mehrerer Sterne erster Größe, welche in unseren nördlichen Breiten in hinreichender Höhe erscheinen, zu bestimmen verlußt. Er setzt Vega = 1 und findet dann: Sirius 5, 13; Rigel, dessen Glanz im Junehmen sein soll, 1, 30; Arcturus 0, 84; Capella 0, 83; Procyon 0, 71; Spica 0, 49; Altair 0, 40; Aldebaran 0, 36; Deneb 0, 35; Regulus 0, 34; Pollux 0, 30; Pleiadeugee fehlt, weil er veränderlich ist: wie sich besonders zwischen 1836 und 1839 (Outlines p. 523) gezeigt hat.

Glanze, ohne numerische Schätzungen der Intensität des Lichtes (eine solche Reihung enthält Sir John Herschel's wissenschaftliches Handbuch für Seefahrer); und zwischen Classificationen mit zugefügten Zahlen, welche die Intensität unter der Form sogenannter Größen-Verhältnisse oder durch die gewagteren Angaben der Quantitäten des ausgestrahlten Lichtes ausdrücken *). Die erste Zahlenreihe, auf Schätzungen mit dem bloßen Auge gegründet, aber durch sinnreiche Bearbeitung des Stoffes †) vervollkommenet, verdient unter den approximativen Methoden in dem gegenwärtigen so unvollkommenen Zustande der photometrischen Apparate wahrscheinlich den Vorzug: so sehr auch bei ihr durch die Individualität des Beobachters, die Heiterkeit der Luft, die verschiedene Höhe weit von einander entfernter und nur vermöge vieler Mittelglieder zu vergleichender Sterne, vor allem aber durch die ungleiche Färbung des Lichtes die Genauigkeit der Schätzungen gefährdet wird. Sehr glänzende Sterne erster Größe: Sirius und Canopus, α Centauri und Achernar, Deneb und Vega, sind schon, bei weißem Lichte, weit schwieriger durch Schätzung des bloßen Auges mit einander zu vergleichen als schwächere Sterne unter der 6ten und 7ten Größe. Die Schwierigkeit der Vergleichung nimmt bei Sternen sehr intensiven Lichtes aber noch zu, wenn gelbe Sterne, Procyon, Capella oder Altair, mit röthlichen, wie Aldebaran, Arctur und Beteigeuze, verglichen werden sollen ‡).

Mittels einer photometrischen Vergleichung des Mondes mit dem Doppelsterne α Centauri des südlichen Himmels, dem dritten aller Sterne an Lichtstärke, hat Sir John Herschel es versucht, das Verhältniß zwischen der Intensität des Sonnenlichtes und dem Lichte eines Sternes 1ster Größe zu bestimmen; es wurde dadurch (wie früher durch Wollaston) ein Wunsch erfüllt, den John Michell ||) schon 1767 ausgesprochen hatte. Nach dem Mittel aus 11 Messungen, mit einem prismatischen Apparate veranstaltet, fand Sir John Herschel den Vollmond 27408mal heller als α Centauri. Nun ist nach Wollaston ¶) die Sonne 801072mal lichtstärker als der Vollmond; es folgt also daraus, daß das Licht, welches uns die Sonne zusen-det, sich zu dem Lichte, das wir von α Centauri empfangen, ohngefähr verhält wie 22000 Millionen zu 1. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, wenn man nach seiner Parallaxe die Entfernung des Sternes in Anschlag bringt, daß dessen innere (absolute) Leuchtkraft die unserer Sonne 23^{10} mal übersteigt. Die Helligkeit von Sirius hat Wollaston 20000 Millionen Male schwächer gefunden als die der Sonne. Nach dem, was man jetzt von der Parallaxe des Sirius zu wissen glaubt ($0''$, 230), überträfe aber seine wirkliche (absolute) Lichtstärke die der Sonne 63mal **). Unsere Sonne gehörte

*) Vergl. für die numerischen Fundamente photometrischer Resultate 4 Tafeln von Sir John Herschel in den Cap-Beobachtungen a) p. 341; b) p. 367–371; c) p. 440 und d) in den Outlines of Astr. p. 522–525 und 645–646. Für eine bloße Reihung ohne Zahlen s. das Manual of scient. Enquiry prepared for the use of the Navy 1849 p. 12. Um die bisher übliche conventionelle Sprache (die alte Classen-Einteilung nach Größen) zu vervollkommenen, ist in den Outlines of Astronomy p. 645 der vulgar Scale of Magnitudes, die am Ende dieses Abschnittes mit Verbindung der nördlichen und südlichen Sterne eingeschaltet werden soll, eine Scale of photometric Magnitudes beige-fügt, bloß durch Addition von 0, 41, wie in der Capreise p. 370 umständlicher erklärt wird.

†) Argelander, Durchmusterung des nördl. Himmels zwischen 45° und 80° Decl. 1846 S. XXIV–XXVI; Sir John Herschel, Astr. Observ. at the Cape of Good Hope p. 327, 340 und 365.

‡) M. a. D. p. 304 und Outl. p. 522.

||) Philos. Transact. Vol. LVII for the year 1767 p. 234.

¶) Wollaston in den Philos. Transact. for 1829 p. 27, Herschel's Outlines p. 553. Wollaston's Vergleichung des Sonnen- und Mondlichts ist von 1799

und auf Schatten von Kerzenlicht gegründet, während daß in den Versuchen mit Sirius 1826 und 1827 von einer Glasfugel reflectirte Bilder angewandt wurden. Die früheren Angaben der Intensität der Sonne in Verhältniß zum Monde weichen sehr von dem hier gegebenen Resultate ab. Sie waren bei Michell und Euler aus theoretischen Gründen 450000 und 374000, bei Bouguer nach Messungen von Schatten der Kerzenlichte gar nur 300000. Lambert will, daß Venus in ihrer größten Lichtstärke 3000mal schwächer als der Vollmond sei. Nach Steinheil müßte die Sonne 3286500mal weiter entfernt werden, als sie es jetzt ist, um dem Erdbewohner wie Arctur zu erscheinen (Struve, Stellarum compositarum Mensuræ micrometricæ p. CLXIII); und Arctur hat nach John Herschel für uns nur die halbe Lichtstärke von Canopus (Herschel, Observ. at the Cape p. 34). Alle diese Intensitäts-Verhältnisse, besonders die wichtige Vergleichung der Lichtstärke von Sonne, Vollmond und dem nach Stellung zur reflectirenden Erde so verschiedenen aschfarbigen Lichte unseres Trabanten, verdienen eine enbli- che, viel ernftere Untersuchung.

**) Outl. of Astr. p. 553, Astr. Observ. at the Cape p. 363.

also durch die Intensität ihrer Lichtprocesse zu den schwachen Fixsternen. Sir John Herschel schätzt die Lichtstärke des Sirius gleich dem Lichte von fast zweihundert Sternen 6ter Größe. Da es nach Analogie der schon eingesammelten Erfahrungen sehr wahrscheinlich ist, daß alle Weltkörper wenn auch nur in sehr langen und ungemessenen Perioden, veränderlich sind im Raume wie in der Lichtstärke; so erscheint, bei der Abhängigkeit alles organischen Lebens von der Temperatur und Lichtstärke der Sonne, die Vervollkommnung der Photometrie wie ein großer und ernster Zweck wissenschaftlicher Untersuchung. Diese Vervollkommnung allein kann die Möglichkeit darbieten, künftigen Geschlechtern numerische Bestimmungen zu hinterlassen über den Lichtzustand des Firmaments. Viele geognostische Erscheinungen, welche sich beziehen auf die thermische Geschichte unseres Luftkreises, auf ehemalige Verbreitung von Pflanzen- und Thierarten, werden dadurch erläutert werden. Auch waren solche Betrachtungen schon vor mehr als einem halben Jahrhundert dem großem Forscher William Herschel nicht entgangen, welcher, ehe noch der enge Zusammenhang von Electricität und Magnetismus entdeckt war, die ewig leuchtenden Wolkenhüllen des Sonnenkörpers mit dem Polarlichte des Erdballes verglich *).

Das vielversprechendste Mittel directer Messung der Lichtstärke hat Arago in dem Complementar-Zustande der durch Transmission und Reflexion gesehenen Farbenringe erkannt. Ich gebe in einer Anmerkung †) mit den eigenen Worten meines Freundes die Angabe seiner photometrischen Methode, der er auch den optischen Grundsatz, auf welchem sein Cyanometer beruht, beigelegt hat.

Die sogenannten Größen-Verhältnisse der Fixsterne, welche jetzt unsere Cataloge und Sternkarten angeben, führen zum Theil als gleichzeitig auf, was bei den kosmischen Lichtveränderungen sehr verschiedenen Zeiten zugehört. Ein sicheres Kennzeichen solcher Lichtveränderungen ist aber nicht immer, wie lange angenommen worden ist, die Reihenfolge der

*) William Herschel on the Nature of the Sun and Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1795 p. 62 und on the Changes that happen to the Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1796 p. 186. Vergl. auch Sir John Herschel, Observ. at the Cape p. 350–352.

†) Extrait d'une Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt (mai 1850).

a) Mesures photométriques.

„Il n'existe pas de Photomètre proprement dit, c'est-à-dire d'instrument donnant l'intensité d'une lumière isolée; le Photomètre de Leslie, à l'aide duquel il avait eu l'audace de vouloir comparer la lumière de la lune à la lumière du soleil, par des actions calorifiques, est complètement défectueux. J'ai prouvé, en effet, que ce prétendu Photomètre monte quand on l'expose à la lumière du soleil, qu'il descend sous l'action de la lumière du feu ordinaire, et qu'il reste complètement stationnaire lorsqu'il reçoit la lumière d'une lampe d'Argand. Tout ce qu'on a pu faire jusqu'ici, c'est de comparer entr'elles deux lumières en présence, et cette comparaison n'est même à l'abri de toute objection que lorsqu'on ramène ces deux lumières à l'égalité par un affaiblissement graduel de la lumière la plus forte. C'est comme criterium de cette égalité que j'ai employé les anneaux colorés. Si on place l'une sur l'autre deux lentilles d'un long foyer, il se forme autour de leur point de contact des anneaux colorés tant par voie de réflexion que par voie de transmission. Les anneaux réfléchis sont complémentaires en couleur des anneaux transmis; ces deux séries d'anneaux se neutralisent mutuellement quand les deux lumières qui les forment et qui arrivent simultanément sur les deux lentilles, sont égales entr'elles.

„Dans le cas contraire on voit des traces ou d'anneaux réfléchis ou d'anneaux transmis, suivant que la lumière qui forme les premiers, est plus forte ou

plus faible que la lumière à laquelle on doit les seconds. C'est dans ce sens seulement que les anneaux colorés jouent un rôle dans les mesures de la lumière auxquelles je me suis livré.

b) Cyanomètre.

„Mon cyanomètre est une extension de mon polariscope. Ce dernier instrument, comme tu sais, se compose d'un tube fermé à l'une de ses extrémités par une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, de 5 millimètres d'épaisseur; et d'un prisme doué de la double réfraction, placé du côté de l'œil. Parmi les couleurs variées que donne cet appareil, lorsque de la lumière polarisée le traverse, et qu'on fait tourner le prisme sur lui-même, se trouve par un heureux hasard la nuance du bleu de ciel. Cette couleur bleue fort affaiblie, c'est-à-dire très mélangée de blanc lorsque la lumière est presque neutre, augmente d'intensité — progressivement à mesure que les rayons qui pénètrent dans l'instrument, renferment une plus grande proportion de rayons polarisés.

„Supposons donc que le polariscope soit dirigé sur une feuille de papier blanc; qu'entre cette feuille et la lame de cristal de roche il existe une pile de plaques de verre susceptible de changer d'inclinaison, ce qui rendra la lumière éclairante du papier plus ou moins polarisée; la couleur bleue fournie par l'instrument va en augmentant avec l'inclinaison de la pile, et l'on s'arrête lorsque cette couleur paraît la même que celle de la région de l'atmosphère dont on veut déterminer la teinte cyanométrique, et qu'on regarde à l'œil nu immédiatement à côté de l'instrument. La mesure de cette teinte est donnée par l'inclinaison de la pile. Si cette dernière partie de l'instrument se compose du même nombre de plaques et d'une même espèce de verre, les observations faites dans divers lieux seront parfaitement comparables entr'elles.”

haben, welche in der seit dem Anfang des 17ten Jahrhunderts so viel gebrauchten Uranometria Bayeri den Sternen beigelegt sind. Argelander hat glücklich erwiesen, daß man von dem alphabetischen Vorrang nicht auf die relative Helligkeit schließen kann, und daß Bayer in der Wahl der Buchstaben sich von der Gestalt und Richtung der Sternbilder habe leiten lassen *).

Photometrische Reihung der Fixsterne.

Ich beschließe diesen zweiten Abschnitt mit einer Tafel, welche den Outlines of Astronomy von Sir John Herschel pag. 645 und 646 entnommen ist. Ich verdanke die Zusammenstellung und lichtvolle Erläuterung derselben meinem gelehrten Freunde Herrn Dr. Galle, und lasse einen Auszug seines an mich gerichteten Briefes (März 1850) hier folgen:

„Die Zahlen der photometric scale in den Outlines of Astronomy sind Rechnungs-Resultate aus der vulgar scale, mittelst durchgängiger Addition von 0,41 erhalten. Zu diesen genaueren Größen-Bestimmungen der Sterne ist der Verf. durch beobachtete Reihenfolgen (sequences) ihrer Helligkeit und Verbindung dieser Beobachtungen mit den durchschnittlichen gewöhnlichen Größenangaben gelangt (Capreise p. 304—352), wobei insbesondere die Angaben des Catalogs der Astronomical Society vom Jahre 1827 zu Grunde gelegt sind (p. 305). Die eigentlichen photometrischen Messungen mehrerer Sterne mittelst des Astrometers (Capreise p. 353 fgd.) sind bei dieser Tafel nicht unmittelbar benutzt, sondern haben nur im allgemeinen gedient, um zu sehen, wie die gewöhnliche Scale (1, 2, 3te ... Größe) sich zu den wirklichen Licht-Quantitäten der einzelnen Sterne verhält. Dabei hat sich denn das allerdings merkwürdige Resultat gefunden, daß unsere gewöhnlichen Sterngrößen (1, 2, 3 ...) ungefähr so abnehmen, wie wenn man einen Stern erster Größe nach und nach in die Entfernungen 1, 2, 3 ... brächte, wodurch seine Helligkeit nach photometrischem Gesetz die Werthe $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}$... erlangen würde (Capreise p. 371, 372; Outlines p. 521, 522); um aber die Uebereinstimmung noch größer zu machen, sind unsere bisherigen Sterngrößen nur um etwa eine halbe Größe (genauer 0,41) zu erhöhen: so daß ein Stern 2,00ter Größe künftig 2,41ter Größe genannt wird, ein Stern 2,5ter Größe künftig 2,91ter Größe genannt wird, ein Stern 3ter Größe künftig 3,61ter Größe u. s. w. Sir John Herschel schlägt daher diese „photometrische“ (erhöhte) Scale zur Annahme vor (Capreise p. 372, Outl. p. 522), welchem Vorschlage man wohl nur beistimmen kann. Denn einestheils ist der Unterschied von der gewöhnlichen Scale kaum merklich (would hardly be felt, Capreise p. 372); andernteils kann die Tafel Outlines p. 645 fgd. bis zur vierten Größe hinab als Grundlage bereits dienen: und die Größen-Bestimmung der Sterne nach dieser Regel — daß nämlich die Helligkeiten der Sterne 1, 2, 3, 4ter ... Größe sich genau wie $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}$... verhalten sollen, was sie näherungsweise schon jetzt thun — ist demnach zum Theil bereits ausführbar. Als Normalstern erster Größe für die photometric scale und als Einheit der Lichtmenge wendet Sir John Herschel α Centauri an (Outl. p. 523, Capreise p. 372). Wenn man demnach die photometrische Größe eines Sterns quadriert, hat man das umgekehrte Verhältniß seiner Lichtmenge zu der von α Centauri. So z. B. hat γ Orionis die photometrische Größe 3, enthält daher $\frac{1}{9}$ so viel Licht als α Centauri. Zugleich würde die Zahl 3 anzeigen, daß γ Orionis 3mal weiter von uns entfernt ist als α Centauri, wenn beide Sterne gleich große und gleich helle Körper sind. Bei der Wahl eines anderen Sterns, z. B. des 4fach helleren Sirius als Einheit der die Entfernungen andeutenden photometrischen Größen würde sich die erwähnte Gesetzmäßigkeit nicht so einfach erkennen lassen. Auch ist es nicht ohne Interesse, daß von α Centauri die Entfernung mit Wahrscheinlichkeit bekannt und daß dieselbe von den bis jetzt untersuchten die kleinste ist. — Die mindere Zweckmäßigkeit anderer Scales als der photometrischen (welche nach den Quadraten fortschreitet: $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}$...) behandelt der Verfasser in den Outlines p. 521. Er erwähnt daselbst geometrische Progressionen: z. B. $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$... oder $1, \frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \frac{1}{27}$...

*) Argelander de fide Uranometriae Bayeri 1842 p. 14—23. „In eadem classe littera prior majorem splendorem nullo modo indicat“ (§ 9). Durch Bayer ist demnach gar nicht erwiesen, daß Castor 1608 lichtstärker gewesen sei als Pollux.

Nach Art einer arithmetischen Progression schreiten die von Ihnen in den Beobachtungen unter dem Aequator während Ihrer amerikanischen Expedition gewählten Abstufungen fort (Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. LXXI und Schumacher, Astron. Nachr. No. 374). Alle diese Scalen schließen sich der vulgar scale weniger an als die photometrische (quadratische) Progression. — In der beigelegten Tafel sind die 190 Sterne der Outlines, ohne Rücksicht auf südliche oder nördliche Declination, nur nach den Größen geordnet."

Verzeichniß von 190 Sternen erster bis dritter Größe, nach den Bestimmungen von Sir John Herschel geordnet, und mit genauerer Angabe sowohl der gewöhnlichen Größe als der von demselben vorgeschlagenen Eintheilung nach photometrischer Größe.

Sterne erster Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
Sirius	0,08	0,49	Capella	1,0 :	1,4 :	β Centauri	1,17	1,58
γ Argus (Var.)	—	—	α Lyrae	1,0 :	1,4 :	α Crucis	1,2	1,6
α Canopus	0,29	0,70	γ Procyon	1,0 :	1,4 :	Antares	1,2	1,6
α Centauri	0,59	1,00	α Orionis	1,0 :	1,43	α Aquilae	1,28	1,69
Arcturus	0,77	1,18	α Eridani	1,09	1,50	Spica	1,38	1,79
Rigel	0,82	1,23	Aldebaran	1,1 :	1,5 :			

Sterne zweiter Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
β Fomalhaut	1,54	1,95	ζ Orionis	2,01	2,42	δ Canis	2,32	2,73
β Crucis	1,57	1,98	β Argus	2,03	2,44	α Pavonis	2,33	2,74
β Pollux	1,6 :	2,0 :	α Persei	2,07	2,48	γ Leonis	2,34	2,75
Regulus	1,6 :	2,0 :	γ Argus	2,08	2,49	β Gruis	2,36	2,77
α Gruis	1,66	2,07	ε Argus	2,18	2,59	α Arietis	2,40	2,81
γ Crucis	1,73	2,14	η Ursae (Var.)	2,18	2,59	σ Sagittarii	2,41	2,82
ε Orionis	1,84	2,25	γ Orionis	2,18	2,59	δ Argus	2,42	2,83
ε Canis	1,86	2,27	α Triang. austr.	2,23	2,64	ζ Ursae	2,43	2,84
λ Scorpii	1,87	2,28	ε Sagittarii	2,26	2,67	β Andromedae	2,45	2,86
α Cygni	1,90	2,31	β Tauri	2,28	2,69	β Ceti	2,46	2,87
Castor	1,94	2,35	Polaris	2,28	2,69	λ Argus	2,46	2,87
ε Ursae (Var.)	1,95	2,36	δ Scorpii	2,29	2,70	β Aurigae	2,48	2,89
α Ursae (Var.)	1,96	2,37	α Hydrae	2,30	2,71	γ Andromedae	2,50	2,91

Sterne dritter Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
γ Cassiopeiae	2,52	2,93	α Coronae	2,69	3,10	α Serpentis	2,92	3,33
α Andromedae	2,54	2,95	γ Ursae	2,71	3,12	δ Leonis	2,94	3,35
β Centauri	2,54	2,95	ε Scorpii	2,71	3,12	α Argus	2,94	3,35
α Cassiopeiae	2,57	2,98	ζ Argus	2,72	3,13	β Corvi	2,95	3,36
β Canis	2,58	2,99	β Ursae	2,77	3,18	β Scorpii	2,96	3,37
α Orionis	2,59	3,00	α Phoenicis	2,78	3,19	ζ Centauri	2,96	3,37
γ Geminorum	2,59	3,00	ε Argus	2,80	3,21	ζ Ophiuchi	2,97	3,38
δ Orionis	2,61	3,02	ε Bootis	2,80	3,21	α Aquarii	2,97	3,38
Algol (Var.)	2,62	3,03	α Lupi	2,82	3,23	π Argus	2,98	3,39
ε Pegasi	2,62	3,03	ε Centauri	2,82	3,23	γ Aquilae	2,98	3,39
γ Draconis	2,62	3,03	η Canis	2,85	3,26	δ Cassiopeiae	2,99	3,40
β Leonis	2,63	3,04	β Aquarii	2,85	3,26	δ Centauri	2,99	3,40
α Ophiuchi	2,63	3,04	δ Scorpii	2,86	3,27	α Leporis	3,00	3,41
β Cassiopeiae	2,63	3,04	ε Cygni	2,88	3,29	δ Ophiuchi	3,00	3,41
γ Cygni	2,63	3,04	η Ophiuchi	2,89	3,30	ζ Sagittarii	3,01	3,42
α Pegasi	2,65	3,06	γ Corvi	2,90	3,31	η Bootis	3,01	3,42
β Pegasi	2,65	3,06	α Cephei	2,90	3,31	η Draconis	3,02	3,43
γ Centauri	2,68	3,09	η Centauri	2,91	3,32	π Ophiuchi	3,05	3,46

Sterne dritter Größe.

Stern.	gem.	phot.	Stern.	gem.	phot.	Stern.	gem.	phot.
α Draconis	3,06	3,47	ϵ Corvi	3,28	3,69	ζ Tauri	3,42	3,83
β Librae	3,07	3,48	ι Aurigae	3,29	3,70	δ Draconis	3,42	3,83
γ Virginis	3,08	3,49	γ Urs. min.	3,30	3,71	μ Geminorum	3,42	3,83
μ Argus	3,08	3,49	η Pegasi	3,31	3,72	γ Bootis	3,43	3,84
β Arietis	3,09	3,50	β Arae	3,31	3,72	ϵ Geminorum	3,43	3,84
γ Pegasi	3,11	3,52	α Toucani	3,32	3,73	α Muscae	3,43	3,84
δ Sagittarii	3,11	3,52	β Capricorni	3,32	3,73	α Hydri?	3,44	3,85
α Librae	3,12	3,53	ρ Argus	3,32	3,73	π Scorpii	3,44	3,85
λ Sagittarii	3,13	3,54	ζ Aquilae	3,32	3,73	δ Herculis	3,44	3,85
β Lupi	3,14	3,55	β Cygni	3,33	3,74	δ Geminorum	3,44	3,85
ϵ Virginis?	3,14	3,55	γ Persei	3,34	3,75	q Orionis	3,45	3,86
α Columbae	3,15	3,56	μ Ursae	3,35	3,76	β Cephei	3,45	3,86
ϑ Aurigae	3,17	3,58	β Triang. bor.	3,35	3,76	ϑ Ursae	3,45	3,86
β Herculis	3,18	3,59	π Scorpii	3,35	3,76	ζ Hydrae	3,45	3,86
ι Centauri	3,20	3,61	β Leporis	3,35	3,76	γ Hydrae	3,46	3,87
δ Capricorni	3,20	3,61	γ Lupi	3,36	3,77	β Triang. austr.	3,46	3,87
δ Corvi	3,22	3,63	δ Persei	3,36	3,77	ϵ Ursae	3,46	3,87
α Can. ven	3,22	3,63	ϕ Ursae	3,36	3,77	η Aurigae	3,46	3,87
β Ophiuchi	3,23	3,64	ϵ Aurigae, Var.	3,37	3,78	γ Lyrae	3,47	2,88
δ Cygni	3,24	3,65	υ Scorpii	3,37	3,78	η Geminorum	3,48	3,89
ϵ Persei	3,26	3,67	ι Orionis	3,37	3,78	γ Cephei	3,48	3,89
η Tauri?	3,26	3,67	γ Lynceis	3,39	3,80	x Ursae	3,49	3,90
β Eridani	3,26	3,67	ζ Draconis	3,40	3,81	ϵ Cassiopeiae	5,49	3,90
ϑ Argus	3,26	3,67	α Arae	3,40	3,81	ϑ Aquilae	3,50	3,91
β Hydri	3,27	3,68	π Sagittarii	3,40	2,81	σ Scorpii	3,50	3,91
ζ Persei	3,27	3,68	π Herculis	3,41	3,82	τ Argus	3,50	3,91
ζ Herculis	3,28	3,69	β Can. min.?	3,41	3,82			

„Noch könnte auch folgende kleine Tafel der Lichtmenge von 17 Sternen erster Größe (wie solche aus den photometrischen Größen folgt) von einigem Interesse sein:

Sirius	4,165	α Orionis	0,489
η Argus	—	α Eridani	0,444
Canopus	2,041	Aldebaran	0,444
α Centauri	1,000	β Centauri	0,401
Arcturus	0,718	α Crucis	0,391
Rigel	0,661	Antares	0,391
Capella	0,510	α Aquilae	0,350
α Lyrae	0,510	Spica	0,312
Procyon	0,510		

sowie die Lichtmenge derjenigen Sterne, die genau erster, zweiter, . . . sechster Größe sind:

Größe nach der gew. Scale.	Lichtmenge.	Größe nach der gew. Scale.	Lichtmenge.
1,00	0,500	4,00	0,051
2,00	0,172	5,00	0,034
3,00	0,086	6,00	0,024

wobei die Lichtmenge von α Centauri durchgängig die Einheit bildet.“

III.

Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. — Sternhaufen (Sternschwärme). — Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt.

Es ist schon in dem ersten Abschnitt dieser fragmentarischen Astrognose an eine zuerst von Olbers angeregte Betrachtung *) erinnert worden. Wenn das ganze Himmelsgewölbe mit hinter einander liegenden, zahllosen Sternschichten, wie mit einem allverbreiteten Sterneteppich, bedeckt wäre; so würde bei ungeschwächtem Lichte im Durchgange durch den Weltraum die Sonne nur durch ihre Flecke, der Mond als eine dunklere Scheibe, aber kein einzelnes Sternbild der allgemeinen Helligkeit wegen erkennbar sein. An einen in Hinsicht auf die Ursach der Erscheinung ganz entgegengesetzten, aber dem menschlichen Wissen gleich nachtheiligen Zustand des Himmelsgewölbes bin ich vorzugsweise in der peruanischen Ebene zwischen der Südsee-Küste und der Andeskette lebhaft erinnert worden. Ein dichter Nebel bedeckt dort mehrere Monate lang das Firmament. Man nennt diese Jahreszeit *el tiempo de la garua*. Kein Planet, keiner der schönsten Sterne der südlichen Hemisphäre, nicht Canopus oder das Kreuz oder die Füße des Centauren, sind sichtbar. Man erräth oft kaum den Ort des Mondes. Ist zufällig bei Tage einmal der Umriss der Sonnenscheibe zu erkennen, so erscheint dieselbe strahlenlos wie durch gefärbte Blendgläser gesehen: gewöhnlich gelbroth, bisweilen weiß, am seltensten blaugrün. Der Schiffer, von den kalten Südströmungen des Meeres getrieben, verkennt dann die Küste, und segelt, aller Breiten-Beobachtungen entbehrend, bei den Häfen vorüber, in welche er einlaufen soll. Eine Inclinations-Nadel allein †) könnte ihn, bei der dortigen Richtung der magnetischen Curven, vor Irrthum bewahren, wie ich an einem andern Orte gezeigt habe.

Bouguer und sein Mitarbeiter Don Jorge Juan haben lange vor mir über „Peru's unastronomischen Himmel“ Klage geführt. Eine ernstere Betrachtung knüpft sich noch an diese lichtraubende, jeder electrischen Entladung unfähige, blitz- und donnerlose Dunstschicht an, über welche frei und unbewölkt die Cordilleren ihre Hochebenen und schneebedeckten Gipfel erheben. Nach dem, was uns die neuere Geologie über die alte Geschichte unseres Luftkreises vermuthen läßt, muß sein primitiver Zustand in Mischung und Dichte dem Durchgange des Lichts nicht günstig gewesen sein. Wenn man nun der vielfachen Proceßesse gedenkt, welche in der Urwelt die Scheidung des Festen, des Flüssigen und Gasförmigen um die Erdrinde mögen bewirkt haben; so kann man sich nicht des Gedankens erwehren, wie nahe die Menschheit der Gefahr gewesen ist, von einer undurchsichtigeren, manchen Gruppen der Vegetation wenig hinderlichen, aber die ganze Sternbedeckte verhüllenden Atmosphäre umgeben zu sein. Alle Kenntniß des Weltbaus wäre dann dem Forschungsgeiste entzogen geblieben. Außer uns schiene nichts Geschaffenes vorhanden zu sein als vielleicht Mond und Sonne. Wie ein isolirtes Dreigestirn, würden scheinbar Sonne, Mond und Erde allein den Weltraum füllen. Eines großartigen, ja des erhabensten Theils seiner Ideen über den Kosmos beraubt, würde der Mensch aller der Anregungen entbehren, die ihn zur Lösung wichtiger Probleme seit Jahrtausenden unablässig geleitet und einen so wohlthätigen Einfluß auf die glänzendsten Fortschritte in den höheren Kreisen mathematischer Gedankenentwicklung ausgeübt haben. Ehe zur Aufzählung dessen übergegangen wird, was bereits errungen worden ist; gedenkt man gern der Gefahr, der die geistige Ausbildung unseres Geschlechts entgangen ist, der physischen Hindernisse, welche dieselbe unabwendbar hätten beschränken können.

In der Betrachtung der Zahl der Weltkörper, welche die Himmelsräume füllen, sind drei Fragen zu unterscheiden: wie viel Fixsterne werden mit bloßen Augen gesehen? wie

*) Kosmos Buch III. S. 404, Anmerkung †) | †) A. a. D. Buch I. S. 91 Anm. *).
und ‡).

viele von diesen sind allmählig mit ihren Ortsbestimmungen (nach Länge und Breite, oder nach ihrer geraden Aufsteigung und Abweichung) in Verzeichnisse gebracht? welches ist die Zahl der Sterne von erster bis neunter und zehnter Größe, die durch Fernröhre am ganzen Himmel gesehen werden? Diese drei Fragen können, nach dem jetzt vorliegenden Material der Beobachtung, wenigstens annäherungsweise beantwortet werden. Anderer Art sind die bloßen Vermuthungen, welche, auf Stern-Näuhungen einzelner Theile der Milchstraße gegründet, die theoretische Lösung der Frage berühren: wie viel Sterne würden durch Herschel's 20füßiges Telescop am ganzen Himmel unterschieden werden? das Sternenlicht mit eingerechnet, von dem man glaubt *), „daß es 2000 Jahre braucht, um zu uns zu gelangen.“

Die numerischen Angaben, welche ich über diesen Gegenstand hier veröffentliche, gehören besonders in den Endresultaten meinem verehrten Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn. Ich habe den Verfasser der „Durchmusterung des nördlichen Himmels“ aufgefordert die bisherigen Ergebnisse der Sternencataloge von neuem aufmerksam zu prüfen. Die Sichtbarkeit der Sterne mit bloßen Augen erregt in der letzten Classe bei organischer Verschiedenheit der individuellen Schätzungen mancherlei Ungewißheit, weil Sterne 6. 7ter Größe sich unter die 6ter Größe gemengt finden. Als Mittelzahl erhält man, durch vielfache Combinationen, 5000 bis 5800 für die dem unbewaffneten Auge am ganzen Himmel sichtbaren Sterne. Die Vertheilung der Fixsterne nach Verschiedenheit der Größen bestimmt Argelander †), bis zur 9ten Größe hinabsteigend, ohngefähr in folgendem Verhältniß:

*) On the space-penetrating power of telescopes in Sir John Herschel, Outl. of Astr. § 803.

†) Ich kann nicht versuchen in Eine Anmerkung alle Gründe zusammenzubringen, auf welche sich Argelander's Ansichten stützen. Es wird hinlänglich sein, aus seinen freundschaftlichen Briefen an mich hier folgendes mitzutheilen: „Sie haben in früheren Jahren (1843) den Hauptmann Schwind aufgefordert, nach Maassgabe der auf seine Mappa coelestis aufgetragenen Sterne die Zahl derer zu schätzen, welche 1ster bis 7ter Größe (letztere eingeschlossen) das ganze Himmelsgebilde zu enthalten scheint. Er findet von — 30° bis + 90° nördlicher Abweichung 12148 Sterne; folglich, in der Voraussetzung, daß die Anhäufung vom 30° südlicher Abweichung bis zum Südpol dieselbe sei, am ganzen Firmament 16200 Sterne von den eben genannten Größen. Diese Schätzung scheint auch mit der Wahrheit sehr nahe zu kommen. Es ist bekannt, daß, wenn man nur die ganze Masse betrachtet, jede folgende Classe ungefähr dreimal so viel Sterne enthält als die vorhergehende (Struve, Catalogus stellarum duplicium p. XXXIV; Argelander, Bonner Zonen S. XXVI). Nun habe ich nördlich von dem Aequator in meiner Uranometrie 1441 Sterne 6-: woraus für den ganzen Himmel etwa 3000 folgen würden; hierin sind aber die Sterne 6. 7m nicht eingegriffen: welche man, wenn nur ganze Classen gezählt werden, noch zu der 6ten Classe rechnen müßte. Ich glaube, daß man diese zu 1000 annehmen konnte: so daß man 4000 Sterne 6m hätte, und also nach der obigen Regel 12000 Sterne 7m, oder 18000 Sterne von 1- bis 7m incl. Etwas näher konnte ich durch andere Betrachtungen über die Zahl der Sterne 7m, welche ich in meinen Zonen verzeichnet habe, nämlich 2251 (pag. XXVI), bei Berücksichtigung der darunter doppelt oder mehrfach beobachteten und der wahrscheinlich überzähligen. Ich finde auf diesem Wege zwischen 45° und 80° nördlicher Decl. 2340 Sterne 7m, und daraus für den ganzen Himmel gegen 17000 Sterne. — Struve giebt in der Description de l'Observatoire de Poulkova p. 268 die Zahl der Sterne bis 7m in der von ihm durchmusteren Himmelsgegend (von — 15° zu + 90°) zu 13100 an, woraus für den ganzen Himmel 21300 folgen würden. Nach der Eintheilung zu Bessel's Catal. zonis

Regiomontanis ded. p. XXXII findet Struve in dem Gürtel von — 15° bis + 15° nach einer Wahrscheinlichkeits-Rechnung 3903 Sterne 1m — 7m, also am ganzen Himmel 15030. Die Zahl ist geringer, weil Bessel die helleren Sterne um fast eine halbe Größe geringer schätzte als ich. Es ist hier nur ein Mittelwerth zu erhalten, und dieser würde also wohl 18000 von 1m bis 7m incl. sein. Sir John Herschel spricht in der Stelle der Outlines of Astronomy p. 521, an die Sie mich erinnern, nur von bereits eingetragenen Sternen: The whole number of Stars already registered down to the seventh magnitude, inclusive, amounting to from 12000 to 15000. Was die schwächeren Sterne 8m und 9m betrifft, so findet Struve in dem oben bezeichneten Gürtel von — 15° bis + 15°: Sterne 8ter Größe 10537, Sterne 9ter Größe 37739; folglich für den ganzen Himmel 40800 Sterne 8m und 145800 Sterne 9m. Wir hätten also nach Struve von 1ster bis 9ter Größe incl. 61100 + 40300 + 145800 = 207100 Sterne. Diese Zahlen hat Struve gefunden, indem er diejenigen Zonen oder Theile von Zonen, welche dieselben Himmelsgegenden umfassen, sorgfältig verglich, und aus der Zahl der in denselben gemeinschaftlichen und der in jeder verschiedenen Sterne nach der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf die Zahl der wirklich vorhandenen Sterne schloß. Da hierbei eine große Zahl von Sternen concurrirt hat, so verdient diese Rechnung sehr viel Vertrauen. — Bessel hat in seinen sämtlichen Zonen zwischen — 15° und + 45°, nach Abzug der doppelt oder mehrfach beobachteten und der Sterne 9. 10m, etwa 61000 verschiedene Sterne 1m bis 9m incl. verzeichnet: woraus, mit Berücksichtigung der nach der Wahrscheinlichkeit überschenen, etwa 101500 der genannten Größen in diesem Theile des Himmels folgen würden. Meine Zonen enthalten zwischen + 45° und + 80° etwa 22000 verschiedene Sterne (Durchmusterung des nördl. Himmels S. XXV); davon müssen aber etwa 3000 von 9. 10m abgezogen werden: bleiben 19000. Meine Zonen sind etwas reicher als die Bessel'schen, und ich glaube daher in ihren Grenzen (+ 45° und + 80°) überhaupt nicht mehr als 28500 wirklich existirende Sterne annehmen zu können: so daß wir also 130000 Sterne bis zur 9m incl. zwischen — 15° und +

1ste Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.
20	65	190	425	1100
6te Gr.	7te Gr.	8te Gr.	9te Gr.	
3200	13000	40000	142000.	

Die Zahl der dem unbewaffneten Auge deutlich erkennbaren Sternenmenge (über dem Horizont von Berlin 4022, über dem von Alexandrien 4638) scheint auf den ersten Blick auffallend gering *). Wenn man den mittleren Mondhalbmesser zu $15' 33'', 5$ annimmt, so bedecken 195291 Vollmond-Flächen den ganzen Himmel. Bei der Annahme gleichmäßiger Vertheilung und der runden Zahl von 200000 Sternen aus den Classen 1ster bis 9ter Größe findet man demnach ohngefähr einen dieser Sterne für eine Vollmond-Fläche. Eben dies Resultat erklärt aber auch, wie unter einer bestimmten Breite der Mond nicht häufiger dem bloßen Auge sichtbare Sterne bedeckt. Wollte man die Vorausberechnung der Sternbedeckungen bis zur 9ten Größe ausdehnen, so würde durchschnittlich nach Galle alle $44' 30''$ eine Sternbedeckung eintreffen; denn in dieser Zeit bestreicht der Mond jedesmal eine neue Fläche am Himmel, die seiner eigenen Fläche gleich ist. Sonderbar, daß Plinius, der gewiß Hipparch's Sternverzeichnis kannte, und der es ein kühnes Unternehmen nennt, „daß Hipparch der Nachwelt den Himmel wie zur Erbschaft hinterlassen wollte,“ an dem schönen italienischen Himmel nur erst 1600 sichtbare Sterne zählt! †) Er war jedoch in dieser Schätzung schon tief zu den Sternen fünfter Größe herabgestiegen, während ein halbes Jahrhundert später Ptolemäus nur 1025 Sterne bis zu der 6ten Classe verzeichnete.

Seitdem man die Fixsterne nicht mehr bloß nach den Sternbildern aufzählte, denen sie angehörten, sondern sie nach ihren Beziehungen auf die großen Kreise des Aequators oder der Ekliptik, also nach Ortsbestimmungen, in Verzeichnisse eingetragen hat; ist der Zuwachs dieser Verzeichnisse wie ihre Genauigkeit von den Fortschritten der Wissenschaft

80° hätten. Dies ist aber 0,62181 des ganzen Himmels; und wir fanden bei gleichmäßiger Vertheilung am ganzen Firmament 200000 Sterne, also wieder nahe dieselbe Zahl wie nach Struve; vielleicht selbst eine nicht unbedeutend größere, da Struve die Sterne 9. 10^a zu den Sternen 1^a gerechnet hat. — Die Zahlen, die wir nach meiner Ansicht für den ganzen Himmel annehmen können, wären also: 1^a 20, 2^a 65, 3^a 190, 4^a 425, 5^a 1100, 6^a 3200, 7^a 13000, 8^a 40000, 9^a 142000; zusammen von 1ster bis 9ter Größe incl. 200000 Sterne. — Wenn Sie mir erlauben, daß La Lande (Hist. céleste p. IV) die Zahl der von ihm beobachteten mit bloßen Augen sichtbaren Sterne zu 6000 angiebt; so bemerke ich hierauf, daß darunter sehr viele doppelt und mehrfach beobachtet vorkommen und daß man nach Weglassung dieser zu der Zahl von nur ungefähr 3800 Sternen in dem zwischen $-26^{\circ} 30'$ und $+90^{\circ}$ liegenden Theile des Himmels, welchen La Lande's Beobachtungen umfassen, gelangt. Da dieses 0,72310 des ganzen Himmels ist, so würden sich für diesen wieder 5255 mit bloßen Augen sichtbare Sterne ergeben. Eine Durchmusterung der aus sehr heterogenen Elementen zusammengesetzten Uranographie von Bode (17240 Sterne) giebt nach Abzug der Nebelflecke und kleineren Sterne, so wie der zu 6ter Größe erhabenen Sterne 6. 7ter Größe nicht über 5600 von 1^a bis 6^a incl. Eine ähnliche Schätzung nach den von La Caille zwischen dem Südpol und dem Wendekreise des Steinbocks verzeichneten Sterne 1^a bis 6^a reducirt sich für den ganzen Himmel, in zwei Grenzen von 3960 und 5900, wieder auf die Zahlen früher gegebenen mittleren Resultate. Sie sehen, daß ich mich gern beschränkt habe, Ihren Wunsch einer gründlicheren Unterjüngung der Zahlen zu erfüllen. Ich darf hinzufügen, daß Herr Oberlehrer Heis in Wachen seit mehreren Jahren mit einer überaus sorgfältigen Umarbeitung meiner Uranometrie beschäftigt ist. Nach dem, was von dieser Arbeit bereits vollendet worden, und nach den be-

trächtlichen Vermehrungen meiner Uranometrie, welche ein mit schärferem Seheorgan begabter Beobachter erlangt hat, finde ich für die nördliche Halbkugel des Himmels 2836 Sterne 1^a bis 6^a incl.; also, bei der Voraussetzung gleicher Vertheilung, für das ganze Firmament wieder 5672 dem schwächsten unbewaffneten Auge sichtbare Sterne.“ (Aus Handschriften von Prof. Argelander, März 1860.)

*) Schuberth rechnet Sterne bis zur 6ten Größe am ganzen Himmel 7000 (fast wie ich ehemals im *Nesmos* Buch I. S. 75) und für den Horizont von Paris über 5000; in der ganzen Sphäre bis zur 9ten Größe 70000 (Astronomie Th. III. S. 54). Alle diese Angaben sind beträchtlich zu hoch. Argelander findet von 1^a bis 8^a nur 58000.

†) Patrocinatur vastitas caeli, immensa discreta altitudine in duo atque septuaginta signa. Haec sunt rerum et animantium effigies, in quas digressero caelum periti. In his quidem mille sexcentas adnotare stellas, insignes videlicet effectu visu. . . . Plin. II, 41.—Hipparchus nunquam satis laudatus, ut quo nemo magis approbaverit cognitionem cum homine siderum animasque nostras partem esse caeli, novam stellam et aliam in aëro suo genitam deprehendit, ejusque motu, qua die fulsit, ad dubitationem est adductus, an hoc saepius fieret moverenturque et eas quas putamus fixas; itemque ausus rem etiam Deo improbam, adnumerare posterioris stellae ac sidera ad nomen expungere, organis excogitatis, per quae singularum loca atque magnitudines signaret, ut facile discerni posset ex eo, non modo an obirent nascerenturque, sed an omnino aliqua transirent moverenturque, item an crescerent minuerenturque, caelo in hereditate cunctis relicto, si quisquam qui cretionem eam caperet inventus esset. Plin. II, 26.

und der Vervollkommenung der Instrumente abhängig gewesen. Von Timochares und Aristyllus (283 vor Chr.) ist kein Sternencatalog auf uns gekommen; aber wenn sie auch, wie Hipparch in seinem, im siebenten Buche des *Almagest* (cap. 3 pag. 15 Halma) citirten Fragmente „über die Jahreslänge“ sich ausdrückt, ihre Beobachtungen sehr roh (*πᾶν δλοσχερῶς*) anstellten, so kann doch kein Zweifel sein, daß beide die Abweichung vieler Sterne bestimmten und daß diese Bestimmungen der Fixstern-Tafel Hipparchs um fast anderthalb Jahrhunderte vorhergingen. Hipparch soll bekanntlich (wir haben aber für diese Thatsache das alleinige Zeugniß des Plinius) durch die Erscheinung eines neuen Sternes zu Ortsbestimmungen und Durchmusterung des ganzen Firmaments angeregt worden sein. Ein solches Zeugniß ist mehrmals für den Nachhall einer spät erdichteten Sage erklärt*) worden. Es muß allerdings auffallen, daß Ptolomäus derselben gar nicht erwähnt; aber unlängbar ist es doch, daß die plötzliche Erscheinung eines hellleuchtenden Sternes in der Cassiopeja (November 1572) Tycho zu seiner großen Catalogisirung der Sterne veranlaßte. Nach einer scharfsinnigen Vermuthung von Sir John Herschel †) könnte ein 134 Jahre vor unserer Zeitrechnung im Monat Julius (laut den chinesischen Annalen unter der Regierung von Hou-ti aus der Han-Dynastie) im Scorpion erschienener neuer Stern wohl der sein, dessen Plinius erwähnt hat. Seine Erscheinung fällt gerade 6 Jahre vor die Epoche, zu der (nach Ideler's Untersuchungen) Hipparch sein Sternverzeichnis anfertigte. Der den Wissenschaften so früh entrißene Eduard Biot hat diese Himmelsbegebenheit in der berühmten Sammlung des Ma-tuan-lin aufgefunden, welche alle Erscheinungen der Cometen und sonderbaren Sterne zwischen den Jahren 613 vor Chr. und 1222 nach Chr. enthält.

Das breittheilige Lehrgedicht des Aratus ‡), dem wir die einzige Schrift des Hipparch verdanken, welche auf uns gekommen ist, fällt ohngefähr in die Zeit des Eratosthenes, des Timochares und Aristyllus. Der astronomische, nicht meteorologische Theil des Gedichtes gründet sich auf die Himmelsbeschreibung des cnidischen Eudoxus. Die Sterntafel des Hipparch selbst ist uns leider nicht erhalten; sie machte nach Ideler ||) wahrscheinlich den wesentlichsten Bestandtheil seines von Suidas citirten Werkes über die Anordnung des Fixsternhimmels und die Gestirne aus, und enthielt 1080 Positionen für das Jahr 128 vor unserer Zeitrechnung. In Hipparchs Commentar zum Aratus sind alle Positionen, wahrscheinlich mehr durch die Aequatorial-Armille als durch das Astrolabium bestimmt, auf den Aequator nach Rectascension und Abweichung bezogen; in dem Sternverzeichnis des Ptolomäus, das man ganz dem Hipparchus nachgebildet glaubt und das mit 5 sogenannten Nebeln 1025 Sterne enthält, sind sie an die Ekliptik ¶) nach Anga-

*) De la mbre, Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 290 und Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 186.

†) Outlines § 831; Edouard Biot sur les étoiles extraordinaires observées en Chine, in der *Connaissance des temps* pour 1846.

‡) Aratus hat das seltene Geschick gehabt, fast zugleich von D i d i u s (Amor. I, 15) und vom Apostel Paulus zu Athen, in einer ernstern, gegen die Epikürer und Stoiker gerichteten Rede, gepriesen zu werden. Paulus (Apostelgeschichte cap. 17 v. 28) nennt zwar nicht den Namen selbst, erwähnt aber unverkennbar eines Verses aus dem A r a t u s (Phaen. v. 5) über die innige Gemeinschaft des Sterblichen mit der Gottheit.

||) Ideler, Untersuchungen über den Ursprung der Sternnamen S. XXX—XXXV. Von den Jahren unserer Zeitrechnung, an welche die Beobachtungen des Aristyllus wie die Sterntafeln des Hipparchus (128, nicht 140, vor Chr.) und Ptolomäus (138 nach Chr.) zu knüpfen sind, handelt auch Bailly in den *Mém. of the Astron. Soc.* Vol. XIII. 1843 p. 12 und 15.

¶) Vergl. De la mbre, Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 184, T. II. p. 260. Die Behauptung, daß, wenn auch Hipparch immer die Sterne nach ihrer Geradauf-

steigung und Declination bezeichnet habe, doch sein Stern-catalog wie der des Ptolomäus nach Längen und Breiten geordnet gewesen sei; hat wenig Wahrscheinlichkeit, und steht im Widerspruch mit *Almagest* Buch VII cap. 4, wo die Bezeichnungen auf die Ekliptik als etwas neues, die Kenntniß der Bewegung der Fixsterne um die Pole der Ekliptik erleichterndes dargestellt werden. Die Sterntafel mit beigefügten Längen, welche Petrus Victorius in einem medicaischen Coder gefunden und mit dem Leben des Aratus zu Florenz 1667 herausgegeben, wird von diesem allerdings dem Hipparch zugeschrieben, aber ohne Beweis. Sie scheint eine klose Abschrift des Ptolomäischen Verzeichnisses aus einer alten Handschrift des *Almagest*, mit Vernachlässigung aller Breiten. Da Ptolomäus eine unvollkommene Kenntniß von der Quantität des Zurückweichens der Aequinoctial- und Solstitial-Punkte hatte (*Almag.* VII c. 2 p. 13 Halma) und dieselbe ungefähr um $\frac{27}{100}$ zu langsam annahm, so stellt sein Verzeichniß (Ideler a. a. O. S. XXXIV), das er für den Anfang der Regierung Antonius bestimmte, die Declination der Sterne für eine viel frühere Epoche (für das Jahr 63 nach Chr.) dar. (Vergl. auch über die Erleichterung der Reduction

ben von Längen und Breiten geknüpft. Wenn man die Zahl der Fixsterne des Hipparch-Ptolemäischen Verzeichnisses (*Almagest* ed. Halma T. II. p. 83):

1ste Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.	6te Gr.
15	45	208	474	217	49

mit den oben gegebenen Zahlen von Argelander vergleicht, so zeigt sich neben der zu erwartenden Vernachlässigung von Sternen 3ter und 6ter Größe ein sonderbarer Reichthum in den Classen 3ter und 4ter. Die Unbestimmtheit in den Schätzungen der Lichtstärke in älterer und neuerer Zeit macht freilich jede unmittelbare Vergleichung unsicher.

Wenn das sogenannte Ptolemäische Fixstern-Verzeichniß nur den 4ten Theil der in Rhodus und Alexandrien dem bloßen Auge sichtbaren Sterne enthält und wegen der sehr verhassten Präcessions-Reduction Positionen darbietet, als wären sie im Jahr 63 unserer Zeitrechnung bestimmt, so haben wir in den unmittelbar folgenden 16 Jahrhunderten nur drei für ihre Zeit vollständige und originelle Sterncataloge: den des Ulugh Beg (1437), des Tycho (1600) und des Hevelius (1660). Mitten unter den Verheerungen des Krieges und wilder Staatsumwälzungen gelangte in kurzen Zwischenräumen der Ruhe von der Mitte des 9ten bis zu der des 15ten Jahrhunderts, unter Arabern, Persern und Mongolen, von Al-Mamun, dem Sohn des großen Harun Al-Raschid, bis zu dem Timuriden Mohammed Taraghi Ulugh Beg, dem Sohne von Schah Rosh, die beobachtende Sternkunde zu einem nie gesehenen Flor. Die astronomischen Tafeln von Ebn-Junis (1007), zur Ehre des fatimitischen Obalifen Uziz Ben-Hakem Biamrilla die Hakemitischen genannt, bezeugen, wie die iltbanischen Tafeln*) des Nasir-Eddin Tusi, des Erbauers der großen Sternwarte von Meragha unweit Tauris (1259), die fortgeschrittene Kenntniß der Planeten-Bewegungen, die Vervollkommenung der Meßinstrumente und die Vielfältigung genauerer, von den Ptolemäischen abweichender Methoden. Neben der Klepsydra wurden nun auch schon Pendel-Oscillationen †) als Zeitmaaß gebraucht.

Die Araber haben das große Verdienst gehabt zu zeigen, wie durch Vergleichung der Tafeln mit den Beobachtungen jene allmählig verbessert werden können. Der Sterncatalog von Ulugh Beig, ursprünglich persisch geschrieben, ist, einen Theil der südlichen, unter 39° 52' Breite (?) nicht sichtbaren ‡), Ptolemäischen Sterne abgerechnet, im *Gymnasium* zu Samarland nach Original-Beobachtungen angefertigt. Er enthält ebenfalls nur erst 1019 Stern-Positionen, die auf das Jahr 1437 reducirt sind. Ein späterer Commentar liefert 300 Sterne mehr, welche Abu-Bekri Altizini 1533 beobachtete. So gelangen wir durch

neuerer Stern-Positionen auf Hipparch's Zeit Betrachtungen und erleichternde Tafeln von Ende in Schumacher's *Astron. Nachr.* No. 608 S. 113 bis 126.) Die frühere Epoche, für die das Ptolemäische Sternverzeichnis, seinem Verfasser unbekusst, das Firmament darstellt, fällt übrigens sehr wahrscheinlich mit der Epoche zusammen, in welche man die Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes verlegen kann: welche, wie ich schon an einem andern Orte bemerkt habe, später als der Augusteischen Ära sind, aus ihm geschöpft scheinen und dem Gedichte *Hermes* des achten Eratosthenes fremd bleiben (*Eratosthenica*, composuit G. Bernhardt 1822 p. 114, 116 und 129). Diese Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes enthalten übrigens kaum 700 einzelne Sterne unter die mythischen Constellationen vertheilt.

*) *Rosmos* Buch II. S. 307 und Anm. Von den iltbanischen Tafeln besitzt die Pariser Bibliothek ein Manuscript von der Hand des Sohnes von Nasir-Eddin. Sie führen ihren Namen von dem Titel *Ilthban*, welchen die in Persien herrschenden tartarischen Fürsten angenommen hatten. *Reinoud*, *Introd. de la Géogr. d'Aboulféda* 1848 p. CXXXIX.

†) *Sébillot fils*, *Prolegomenes des Tables astr.* d'Ouloug-Beg 1847 p. CXXXIV note 2; *Delambre*, *Hist. de l'Astr. du moyen âge* p. 8.

‡) In meinen Untersuchungen über den relativen Werth der astronomischen Ortsbestimmungen von Inner-Asien (*Asio centrale* T. III p. 581-596) habe ich nach den verschiedenen arabischen und persischen Handschriften der Pariser Bibliothek die Breiten von Samarland und Bokhara angegeben. Ich habe wahrscheinlich gemacht, daß die erstere größer als 39° 52' ist, während die meisten und besseren Handschriften von Ulugh Beig 39° 37', ja das Kitab al-athual von Alfares und der Kanun des Alkyruni 40° haben. Ich glaube von neuem darauf aufmerksam machen zu müssen, wie wichtig es für die Geographie und für die Geschichte der Astronomie wäre, endlich einmal die Position von Samarland in Länge und Breite durch eine neue und glaubwürdige Beobachtung bestimmen zu lassen. Die Breite von Bokhara kennen wir durch Stern-Culminationen aus der Reise von Burnes. Sie gaben 39° 43' 41." Die Fehler der zwei schönen persischen und arabischen Handschriften (No. 164 und 2460) der Pariser Bibliothek sind also nur 7-8 Minuten; aber der immer in seinen Combinationen so glückliche Major Kannel hatte sich für Bokhara um 19' geirrt. (*Gumboldt*, *Asio centrale* T. III. p. 592 und *Sébillot* in den *Prolegomenes d'Ouloug-Beg* p. CXXIII-CXXV.)

Araber, Perser und Mongolen bis zu der großen Zeit des Copernicus, fast bis zu der von Tycho.

Die erweiterte Schifffahrt in den Meeren zwischen den Wendekreisen und in großen südlichen Breiten hat seit dem Anfang des 16ten Jahrhunderts auf die allmählig erweiterte Kenntniß des Firmaments mächtig, doch in geringerem Maaße wie die ein Jahrhundert spätere Anwendung der Fernröhre, gewirkt. Beide Mittel eröffneten neue, unbekannte Welträume. Was von der Pracht des südlichen Himmels zuerst von Amerigo Vespucci, dann von Magellan's und Elcano's Begleiter Pigafetta verbreitet wurde; wie die schwarzen Flecken (Kohlensäcke) von Vicente Jaites Pinzon und Acosta, wie die Magellanischen Wolken von Anghiera und Andrea Corsali beschrieben wurden: habe ich bereits an einem anderen Orte entwickelt*). Die beschauende Astronomie ging auch hier der messenden voraus. Der Reichthum des Firmaments dem, wie allgemein bekannt, sternarmen Südpol nahe wurde dergestalt übertrieben, daß der geniale Polyhistor Cardanus dort 10,000 helle Sterne angiebt, die von Vespucci mit bloßen Augen gesehen worden wären†). Erst Friedrich Houtman und Petrus Theodori von Emden (der nach Olbers mit Dirksz Keyser Eine Person war) traten als ernste Beobachter auf. Sie maßen Sternabstände auf Java und Sumatra; und die südlichsten Sterne wurden nun in die Himmelkarten von Bartsch, Hondius und Bayer, wie durch Kepler's Fleiß in den Rudolphinischen Sternencatalog von Tycho eingetragen.

Raum ein halbes Jahrhundert nach Magellan's Erdumseglung beginnt Tycho's bewundernswürdige Arbeit über die Position der Fixsterne: an Genauigkeit alles übertreffend, was die praktische Astronomie bisher geleistet hatte, selbst die fleißigen Fixstern-Beobachtungen des Landgrafen Wilhelms IV. zu Cassel. Tycho's Catalog, von Kepler bearbeitet und herausgegeben, enthält doch wieder nur 1000 Sterne, worunter höchstens 14 sechster Größe. Dieses Verzeichniß und das weniger gebrauchte des Hevelius, mit 1564 Ortsbestimmungen für das Jahr 1660, sind die letzten, welche (wegen der eigensinnigen Abneigung des Danziger Astronomen gegen die Anwendung der Fernröhre zu Messungen) mit dem unbewaffneten Auge angestellt wurden.

Diese Verbindung des Fernrohrs mit den Meßinstrumenten, das telescopische Sehen und Messen, bot endlich die Möglichkeit von Ortsbestimmung der Sterne unter der 6ten Größe (besonders zwischen der 7ten und 12ten) dar. Die Astronomen wurden nun erst dem eigentlichen Besitz der Fixsternwelt näher gebracht. Zählungen und Ortsbestimmungen der schwächeren, telescopischen Sterne haben aber nicht etwa bloß den Vortheil gewährt, durch Erweiterung des Horizonts der Beobachtung mehr von dem Inhalt des Weltraumes erkennbar zu machen; sie haben auch, was noch wichtiger ist, mittelbar einen wesentlichen Einfluß auf die Kenntniß des Weltgebäudes und seiner Gestaltung, auf die Entdeckung neuer Planeten, auf die schnellere Bestimmung ihrer Bahnen ausgeübt. Als Wilhelm Herschel den glücklichen Gedanken hatte, gleichsam das Senfklei in die Tiefen des Himmels zu werfen und in seinen Stern-Nichungen‡) die Sterne zu zählen, welche nach verschiedenen Abständen von der Milchstraße durch das Gesichtsfeld seines großen Telescopes gingen: wurde das Gesetz der mit der Nähe der Milchstraße zunehmenden Sternenmenge aufgefunden, und mit diesem Gesetz die Idee angeregt von der Existenz großer concentrischer, mit Millionen von Sternen erfüllter Ringe, welche die mehrfach getheilte Calaxis bilden. Die Kenntniß von der Zahl und gegenseitigen Lage der schwächsten Sterne erleichtert, wie Galile's schnelle und glückliche Auffindung des Neptun und die mehrerer der sogenannten kleinen Planeten bezeugen, die Entdeckung der planetarischen, ihren Ort wie zwischen festen Ufern verändernden Weltkörper. Ein anderer Umstand läßt noch deutlicher

*) Kosmos Buch II. S. 344–346 und Anm. Humboldt, Examen erit. de l'histoire de la Géogr. T. IV. p. 321–336, T. V. p. 226–238.

†) Gardani Paralipomenon lib. VIII cap. 10 (Opp. T. IX. ed. Lugd. 1663 p. 508).

‡) Kosmos Buch I. S. 41 und 42.

die Wichtigkeit sehr vollständiger Sternverzeichnisse erkennen. Ist der neue Planet einmal am Himmelsgewölbe entdeckt, so beschleunigt seine zweite Entdeckung in einem älteren Positions-Catalog die schwierige Berechnung der Bahn. Ein jetzt vermischter, aber als einst beobachtet verzeichneter Stern gewährt oft mehr, als, bei der Langsamkeit der Bewegung, viele folgende Jahre der sorgfältigsten Messungen würden darbieten können. So sind für Uranus der Stern No. 964 im Catalog von Tobias Mayer, für Neptun der Stern No. 26266 im Catalog von Valande*) von großer Wichtigkeit gewesen. Uranus ist, ehe man ihn als Planeten erkannte, wie man jetzt weiß, 21mal beobachtet worden: 1mal, wie eben gesagt, von Tobias Mayer, 7mal von Flamsteed, 1mal von Bradley und 12mal von Le Monnier. Man kann sagen, daß die zunehmende Hoffnung künftiger Entdeckungen planetarischer Körper theils auf die Vollkommenheit der jetzigen Fernröhre (Hebe war bei der Entdeckung im Juli 1847 ein Stern 8. 9ter Größe, dagegen im Mai 1849 nur 11ter Größe), theils und vielleicht mehr noch auf Vollständigkeit der Sternverzeichnisse und die Sorgfalt der Beobachter gegründet sei.

Seit dem Zeitpunkte, wo Morin und Gascoigne Fernröhre mit den messenden Instrumenten verbinden lehrten, war der erste Sternecatalog, welcher erschien, der der südlichen Sterne von Halley. Er war die Frucht eines kurzen Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678, und enthielt, sonderbar genug, doch keine Bestimmung unter der 5ten Größe †). Früher hatte allerdings schon Flamsteed die Arbeit seines großen Sternatlas unternommen, aber das Werk dieses berühmten Mannes erschien erst 1712. Ihm folgten: die Beobachtungen von Bradley (1750 bis 1762), welche auf die Entdeckung der Aberration und Nutation leiteten und von unserem Bessel durch seine *Fundamenta Astronomiae* (1818) gleichsam verherrlicht wurden ‡); die Sternecataloge von La Caille, Tobias Mayer, Cagnoli, Piazz, Zach, Pond, Taylor, Groombridge, Argelander, Airy, Brisbane und Rümker.

Wir verweilen hier nur bei den Arbeiten, welche größere Massen ||) und einen wichtigen Theil dessen liefern, was von Sternen 7ter bis 10ter Größe die Himmelsräume füllt. Der Catalog, welcher unter dem Namen von Jérôme de Valande bekannt ist, sich aber allein auf Beobachtungen zwischen den Jahren 1789 und 1800 von seinem Neffen Le François de Valande und von Burdhard gründet, hat spät erst eine große Anerkennung erfahren. Er enthält nach der sorgfältigen Bearbeitung (1847), welche man Francis Baily und der British Association for the Advancement of Science verdankt, 47390 Sterne, von denen viele 9ter und etwas unter der 9ten Größe sind. Harding, der Entdecker der Juno, hat über 50000 Sterne in 27 Blätter eingetragen. Die große Arbeit der Zonen-Beobachtung

*) Baily, Cat. of those Stars in the Historie celeste of Jérôme Delalande, for which tables of reduction to the epoch 1800 have been published by Prof. Schumacher, 1847 p. 1195. Ueber das, was man der Vollkommenheit der Sternecataloge verdankt, s. die Betrachtungen von Sir John Herschel im Cat. of the British Assoc. 1845 p. 4 § 10. Vergleiche auch über vermischte Sterne Schumacher, Astr. Nachr. No. 624 und Bode, Jahrb. für 1817 S. 249.

†) Memoirs of the Royal Astron. Soc. Vol. XIII. 1843 p. 33 und 168.

‡) Bessel, *Fundamenta Astronomiae pro anno 1855, deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley in Specula astronomica Grenovicensi, 1818.* (Vergl. auch Bessel, *Tabulae Regiomontanae reductionum observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad annum 1860 computatae, 1830.*)

§) Ich dränge hier in Eine Note die numerischen Angaben aus den Sternverzeichnissen zusammen, die minder große Massen, eine kleinere Zahl von Positionen enthalten. Es folgen die Namen der Beobachter mit

Beisatz der Zahl der Ortsbestimmungen: La Caille (er beobachtete kaum 10 Monate 1751 und 1752, mit nur 8maliger Vergrößerung), 9766 südliche Sterne bis 7^{te} incl., reducirt auf das Jahr 1750 von Henderson; Tobias Mayer 998 Sterne für 1756; Flamsteed ursprünglich 2866, aber durch Baily's Sorgfalt mit 564 vermehrt (Mem. of the Astr. Soc. Vol. IV. p. 129-164); Bradley 3222, von Bessel auf das Jahr 1755 reducirt; Pond 1112; Piazz 7646 Sterne, für 1800; Groombridge 4543, meist Circumpolar-Sterne, für 1810; Sir Thomas Brisbane und Rümker 7385 in den J. 1822-1828 in Neu-Holland beobachtete Sterne; Airy 2156 Sterne, auf das Jahr 1845 reducirt; Rümker 12000, am Hamburger Horizont; Argelander (Cat. von Abö) 560; Taylor (Nabrad) 11015. Der British Association Catalogue of Stars, 1845 unter Baily's Aufsicht bearbeitet, enthält 8377 Sterne von Größe 1 bis 7½. Für die südlichsten Sterne besitzen wir noch die reichen Verzeichnisse von Henderson, Fallows, Maclear und Johnson auf St. Helena.

von Bessel, welche 75000 Beobachtungen umfaßt (in den Jahren 1825 bis 1833 zwischen -15° und $+45^{\circ}$ Abweichung), ist mit rühmlichster Sorgfalt von Argelander 1841 bis 1844 zu Bonn bis $+80^{\circ}$ Abw. fortgesetzt worden. Aus den Bessel'schen Zonen von -15° bis $+15^{\circ}$ Abw. hat auf Veranstaltung der Akademie zu St. Petersburg Weiße zu Krafau 31895 Sterne, unter denen allein 19738 von der 9ten Größe sind, auf das Jahr 1825 reducirt *). Argelander's „Durchmusterung des nördlichen Himmels von $+45^{\circ}$ bis $+80^{\circ}$ Abw.“ enthält an 22000 wohlbestimmte Sternörter.

Des großen Werks der Sternkarten der Berliner Akademie glaube ich nicht würdiger erwähnen zu können, als indem ich über die Veranlassung dieses Unternehmens aus der gehaltvollen Gedächtnißrede auf Bessel Ende's eigene Worte hier einschalte: „An die Vervollständigung der Cataloge knüpft sich die Hoffnung, alle beweglichen Himmelskörper, die wegen ihrer Lichtschwäche dem Auge kaum unmittelbar die Veränderung ihres Ortes merklich werden lassen, durch sorgfältige Vergleichung der als feste Punkte verzeichneten Sterne mit dem jedesmaligen Anblick des Himmels, aufzufinden und auf diesem Wege die Kenntniß unseres Sonnensystems zu vollenden. So wie der vortreffliche Harding'sche Atlas ein vervollständigtes Bild des gestirnten Himmels ist; wie Lalande's Histoire céleste, als Grundlage betrachtet, dieses Bild zu geben vermochte: so entwarf Bessel 1824, nachdem der erste Hauptabschnitt seiner Zonen-Beobachtungen vollendet war, den Plan, auf diese eine noch speciellere Darstellung des gestirnten Himmels zu gründen, die nicht bloß das Beobachtete wiedergeben, sondern mit Consequenz die Vollständigkeit erreichen sollte, welche jede neue Erscheinung unmittelbar wahrnehmen lassen würde. Die Sternkarten der Berliner Akademie der Wissenschaften, nach Bessel's Pläne entworfen, haben, wenn sie auch noch nicht den ersten vorgezeichneten Cyclus abschließen konnten, doch schon den Zweck der Auffindung der neuen Planeten auf das glänzendste erreicht, da sie hauptsächlich, wenn auch nicht ganz allein, bis jetzt (1850) sieben neue Planeten haben auffinden lassen †).“ Von den 24 Blättern, welche den Theil des Himmels darstellen sollen, der sich 15° zu beiden Seiten des Aequators erstreckt, hat unsere Akademie bisher 16 herausgegeben. Sie enthalten möglichst alle Sterne bis zur 9ten und theilweise bis zur 10ten Größe.

Die ohngefähren Schätzungen, die man über die Zahl der Sterne gewagt, welche mit den jetzigen großen raumdurchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel dem Menschen sichtbar sein könnten, mögen hier auch ihren Platz finden. Struve nimmt für das Herschel'sche 20füßige Spiegeltelescop, das bei den berühmten Stern-Nächungen (gauges, sweeps) angewandt wurde, mit 180maliger Vergrößerung, für die Zonen, welche zu beiden Seiten des Aequators 30° nördlich und südlich liegen, 5800000, für den ganzen Himmel 20374000 an. In einem noch mächtigeren Instrumente, in dem 40füßigen Spiegeltelescop, hielt Sir William Herschel in der Milchstraße allein 18 Millionen für sichtbar †).

Nach einer sorgfältigeren Betrachtung der nach Ortsbestimmung in Catalogen aufgeführten, sowohl dem unbewaffneten Auge sichtbaren als bloß telescopischen Fixsterne wenden wir uns nun zu der Vertheilung und Gruppierung derselben an der Himmelsdecke. Wir haben gesehen, wie bei der geringen und so überaus langsamen (scheinbaren und wirklichen) Ortsveränderung der einzelnen, theils durch die Präcession und den ungleichen Einfluß des Fortschreitens unseres Sonnensystems, theils durch die ihnen eigene Bewegung, sie als feste Marksteine im unermesslichen Weltraum zu betrachten sind; als solche, welche alles zwischen ihnen mit größerer Schnelligkeit oder in anderen Richtungen Bewegte, also den telescopischen Cometen und Planeten Zugehörige, der aufmerksamen Be-

*) Weiße, Positiones mediae stellarum fixarum in Zonis Regiomontani a Bosselio inter -15° et $+15^{\circ}$ decl. observatarum ad annum 1825 reductae (1846), mit einer wichtigen Vorrede von Struve.

†) Ende, Gedächtnißrede auf Bessel S. 13.

‡) Vergl. Struve, Etudes d'Astr. stellaire 1847 p. 66 und 72, Kosmos Buch I. S. 75 und Mädler, Astr. 4te Aufl. S. 417.

obachtung offenbaren. Das erste und Hauptinteresse beim Anblick des Firmaments ist schon wegen der Vielheit und überwiegenden Masse der Weltkörper, die den Weltraum füllen, auf die Fixsterne gerichtet; von ihnen geht in Bewunderung des Firmaments die stärkere sinnliche Anregung aus. Die Bahn der Wandelsterne spricht mehr die grübelnde Vernunft an, der sie, den Entwicklungsgang astronomischer Gedankenverbindung beschleunigend, verwickelte Probleme darbietet.

Aus der Vielheit der an dem Himmelsgewölbe scheinbar, wie durch Zufall, vermengten großen und kleinen Gestirne sondern die rohesten Menschenstämme (wie mehrere jetzt sorgfältiger untersuchte Sprachen der sogenannten wilden Völker bezeugen) einzelne und fast überall dieselben Gruppen aus, in welchen helle Sterne durch ihre Nähe zu einander, durch ihre gegenseitige Stellung oder eine gewisse Isolirtheit den Blick auf sich ziehen. Solche Gruppen erregen die dunkle Ahnung von einer Beziehung der Theile aufeinander; sie erhalten, als Ganze betrachtet, einzelne Namen, die, von Stamm zu Stamm verschoben, meist von organischen Erzeugnissen hergenommen, die öden, stillen Räume phantastisch beleben. So sind früh abgesondert worden das Siebengestirn (die Gluckhenne), die sieben Sterne des Großen Wagens (der kleine Wagen später, und nur wegen der wiederholten Form), der Gürtel des Orion (Jacobstab), Cassiopeja, der Schwan, der Scorpion, das südliche Kreuz (wegen des auffallenden Wechsels der Richtung vor und nach der Culmination), die südliche Krone, die Füße des Centauren (gleichsam die Zwillinge des südlichen Himmels) u. s. f.

Wo Steppen, Grasfluren oder Sandwüsten einen weiten Horizont darbieten, wird der mit den Jahreszeiten oder den Bedürfnissen des Hirtenlebens und Feldbaues wechselnde Auf- und Untergang der Constellationen ein Gegenstand fleißiger Beachtung und allmählig auch symbolisirender Idensverbindung. Die beschauende, nicht messende Astronomie fängt nun an sich mehr zu entwickeln. Außer der täglichen, allen Himmelskörpern gemeinschaftlichen, Bewegung von Morgen gegen Abend wird bald erkannt, daß die Sonne eine eigene, weit langsamere, in entgegengesetzter Richtung habe. Die Sterne, die nach ihrem Untergange am Abendhimmel stehen, sinken mit jedem Tage tiefer zu ihr hinab und verlieren sich endlich ganz in ihre Strahlen während der Dämmerung; dagegen entfernen sich von der Sonne diejenigen Sterne, welche vor ihrem Aufgange am Morgenhimmel glänzen. Bei dem stets wechselnden Schauspiel des gestirnten Himmels zeigen sich immer andere und andere Constellationen. Mit einiger Aufmerksamkeit wird leicht erkannt, daß es dieselben sind, welche zuvor im Westen unsichtbar geworden waren; daß ohngefähr nach einem halben Jahre diejenigen Sterne, welche sich vorher in der Nähe der Sonne gezeigt hatten, ihr gegenüber stehen, untergehend bei ihrem Aufgange, aufgehend bei ihrem Untergange. Von Hesiod bis Eudorus, von Eudorus bis Aratus und Hipparch ist die Literatur der Hellenen voll Anspielungen auf das Verschwinden der Sterne in den Sonnenstrahlen (den heliacischen oder Späturntergang) wie auf das Sichtbar-Werden in der Morgendämmerung (den heliacischen oder Frühaufgang). Die genaue Beobachtung dieser Erscheinungen bot die frühesten Elemente der Zeitkunde dar: Elemente, nüchtern in Zahlen ausgedrückt; während gleichzeitig die Mythologie, bei heiterer oder düsterer Stimmung des Volksinnes, fortfuhr mit unumschränkter Willkür in den hohen Himmelsräumen zu walten.

Die primitive griechische Sphäre (ich folge hier wieder, wie in der Geschichte der physischen Weltanschauung*), den Untersuchungen meines so früh dahingegangenen geistreichen Freundes Petronne), die griechische Sphäre hat sich nach und nach mit Sternbildern gefüllt, ohne daß man sich dieselben anfangs in irgend einer Beziehung zu der Ekliptik dachte. So kennen schon Homer und Hesiodus verschiedene Sterngruppen und einzelne Sterne mit Namen bezeichnet: jener die Bärin („die sonst der Himmelswagen

*) Kosmos Buch II. S. 276 und Anm. 7).

genannt wird — und die allein niemals in Oeanos Bad sich hinabtaucht^{*)}, den Bootes und den Hund des Orion; dieser den Sirius und den Arctur; beide die Plejaden, die Hyaden und den Orion^{*)}. Wenn Homer zweimal sagt, daß die Constellation der Bärin allein sich nie in das Meer taucht; so folgt daraus bloß, daß zu seiner Zeit noch nicht in der griechischen Sphäre die Sternbilder des Drachen, des Cepheus und des kleinen Bären, welche auch nicht untergehen, vorhanden waren. Es wird keinesweges die Kenntniß von der Existenz der einzelnen Sterne, die jene drei Catasterismen bilden, geläugnet; nur ihre Reihung in Bilder. Eine lange, oft mißverständene Stelle des Strabo (lib. I pag. 3 Casaub.) über Homer II. XVIII, 485—489 beweist vorzugsweise, was hier wichtig ist, die allmälige Aufnahme von Bildern in die griechische Sphäre. „Mit Unrecht,“ sagt Strabo, „beschuldigt man Homer der Unwissenheit, als habe er nur Eine Bärin statt zweier genannt. Vermuthlich war die andere noch nicht versternt; sondern erst seitdem die Phöniciere dieses Sternbild bezeichneten und zur Seefahrt benutzten, kam es auch zu den Hellenen.“ Alle Scholien zum Homer, Hygin und Diogenes aus Laerte schreiben die Einführung dem Thales zu. Der Pseudo-Eratosthenes hat den kleinen Bär *Ποικίλη* (gleichsam das phöniciische Zeitgestirn) genannt. Hundert Jahre später (Ol. 71) bereicherte Cleostratus von Tenedos die Sphäre mit dem Schützen, *Τοξότης*, und dem Widder, *αριός*.

In dieser Epoche erst, die der Gewaltherrschaft der Pissiraten, fällt nach Petronne die Einführung des Thierkreises in die alte griechische Sphäre. Eudemus aus Rhodus, einer der ausgezeichnetsten Schüler des Stagiriten, Verfasser einer „Geschichte der Astronomie,“ schreibt die Einführung des Thierkreis = Gürtels (*ἡ τοῦ ζωδιακοῦ διαζώου*, auch *ζωιδιὸν κύκλος*) dem Denopides von Chios, einem Zeitgenossen des Anaxagoras, zu†). Die Idee von der Beziehung der Planeten und Fixsterne auf die Sonnenbahn, die Eintheilung der Ekliptik in zwölf gleiche Theile (Dodecatomerie) sind alt-chaldäisch, und höchst wahrscheinlich den Griechen aus Chaldäa selbst und nicht aus dem Mittelbale, am frühesten im Anfang des 5ten oder im 6ten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung I), überkommen. Die Griechen schnitten nur aus den in ihrer primitiven Sphäre schon früher verzeichneten Sternbildern diejenigen aus, welche der Ekliptik am nächsten lagen und als Thierkreis = Bilder gebraucht werden konnten. Wäre mehr als der Begriff und die Zahl der Abtheilungen (Dodecatomerie) eines Thierkreises, wäre der Thierkreis selbst mit seinen Bildern einem fremden Volke von den Griechen entlehnt worden: so würden diese nicht ursprünglich sich mit 11 Bildern begnügt, nicht den Scorpion zu zwei Abtheilungen angewandt, nicht Zodiacal = Bilder erfunden haben, deren einige, wie Stier, Fische und Jungfrau, mit ihren Umrissen 35° bis 48°; andere, wie Krebs, Widder und Steinbock, nur 19° bis 23° einnehmen; welche unbequem nördlich und südlich um die Ekliptik schwanen: bald weit getrennt; bald, wie Stier und Widder, Wassermann und Steinbock, eng gedrängt und

*) S. Beler, Unters. über die Sternnamen S. XI, 47, 139, 144 und 243; Petronne sur l'Origine du Zodiaque grec 1840 p. 25.

†) Petronne a. a. O. p. 25 und Carteron, Analyse des Recherches de Mr. Letronne sur les représentations zodiacales 1843 p. 119: „Il est très douteux qu' Eudoxe (Ol. 103) ait jamais employé le mot *ζωδιακός*. On le trouve pour la première fois dans Euclide et dans le Commentaire d'Hipparque sur Aratus (Ol. 160). Le nom d'εὐολιπτικὸς, *εὐολιπτικός*, est aussi fort récent.“ Vergl. Martin im Commentar zu Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia 1849 p. 50 und 60.)

†) Petronne, Orig. du Zodiaque p. 25 und Analyse crit. des Représ. zodia. 1846 p. 15. Auch Jbeler und Lepsius halten für wahrscheinlich, „daß zwar die Kenntniß des chaldäischen Thierkreises sowohl der Eintheilung

als den Namen nach bereits im 7ten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung zu den Griechen gelangt, die Aufnahme aber der einzelnen Zodiacal = Bilder in die griechische astronomische Literatur erst später und allmählich erfolgt sei.“ (Lepsius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 65 und 124.) Jbeler ist geneigt zu glauben, daß die Orientalen für die Dodecatomerie Namen ohne Sternbilder hatten; Lepsius hält es für die natürlichste Annahme: „daß die Griechen zu einer Zeit, wo ihre Sphäre größtentheils leer war, auch die chaldäischen Sternbilder, nach welchen die 12 Abtheilungen genannt waren, den ihrigen zugefügt haben.“ Könnte man aber nicht bei dieser Voraussetzung fragen: warum die Griechen anfangs nur 11 Zeichen hatten, warum nicht alle 12 der chaldäischen Dodecatomerie? Sätten sie 12 Bilder überkommen, so würden sie doch wohl nicht eines weggeschritten haben, um es später wieder zuzufügen.

fast in einander eingreifend. Diese Verhältnisse bezeugen, daß man früher gebildete Casterismen zu Zodiacal-Zeichen stempelte.

Das Zeichen der Wage wurde nach Letronne's Vermuthung zu Hipparch's Zeiten, vielleicht durch ihn selbst, eingeführt. Eudorus, Archimedes, Autolycus, und selbst Hipparch, in dem wenigen, was wir von ihm besitzen (eine einzige, wahrscheinlich von einem Copisten verfälschte Stelle *) abgerechnet, erwähnen ihrer nie. Das neue Zeichen kommt erst bei Geminus und Varro, kaum ein halbes Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, vor; und da der Hang zur Astrologie bald mächtig in die römische Volksstille einbrach, von August bis Antonin, so erhielten auch diejenigen Sternbilder, „die am himmlischen Sonnenwege lagen,“ eine erhöhte, phantastische Wichtigkeit. Der ersten Hälfte dieses Zeitraums römischer Weltherrschaft gehören die ägyptischen Thierkreis-Bilder in Dendera, Esne, dem Propylon von Panopolis und einiger Mumienbedel an: wie Visconti und Testa schon zu einer Epoche behauptet haben, wo noch nicht alle Materialien für die Entscheidung der Frage gesammelt waren, und wilde Hypothesen herrschten über die Bedeutung jenes symbolischen Zodiacal-Zeichens und dessen Abhängigkeit von der Präcession der Nachtgleichen. Das hohe Alter, welches August Wilhelm von Schlegel den in Indien gefundenen Thierkreisen nach Stellen aus Mann's Gesehbuch, aus Valmiki's Ramayana und aus Amarasiha's Wörterbuch beilegen wollte, ist nach Adolph Holzmann's scharfsinnigen Untersuchungen sehr zweifelhaft geworden †).

Die durch den Lauf der Jahrhunderte so zufällig entstandene, künstliche Gruppierung der Sterne zu Bildern, ihre oft unbequeme Größe und schwankenden Umrisse; die verworrene Bezeichnung der einzelnen Sterne in den Constellationen, mit Erschöpfung mehrerer Alfabete, wie in dem Schiffe Argo; das geschmacklose Vermischen mythischer Personen mit der nüchternen Prosa von physikalischen Instrumenten, chemischen Oefen und Pendeluhrn am südlichen Himmel hat mehrmals zu Vorschlägen geleitet über neue, ganz bildlose Einteilungen des Himmelsgewölbes. Für die südliche Hemisphäre, wo Scorpion, Schütze, Centaur, das Schiff und der Eridanus allein einen alten dichterischen Besitz haben, schien das Unternehmen weniger gewagt ‡).

*) Ueber die im Text erwähnte, von einem Copisten eingeschobene Stelle des Hipparch s. Letronne, Orig. du Zodia. 1840 p. 20. Schon 1812, als ich auch noch der Meinung von einer sehr alten Bekanntschaft der Griechen mit dem Zeichen der Wage zugethan war, habe ich in einer sorgfältigen Arbeit, die ich über alle Stellen des griechischen und römischen Alterthums geliefert, in welchen der Name der Wage als Zodiacal-Zeichens vorkommt, auf jene Stelle bei Hipparch (Comment. in Aratum lib. III cap. 2), in welcher von dem *Ἰνπιον* die Rede ist, das der Centaur (an dem Vorderfuß) hält, wie auf die merkwürdige Stelle des Ptolemäus lib. IX cap. 7 (Palma T. II. p. 170) hingewiesen. In der letzteren wird die südliche Wage mit dem Beisatz *κατὰ Χαλδαίων* genannt und den Scorpions-Scheeren entgegen-
gesetzt in einer Beobachtung, die gewiß nicht in Babylon, sondern von den in Syrien und Alexandrien zerstreuten astrologischen Chaldäern gemacht war. (Vues des Cordillères et Monuments des penibles indigènes de l'Amérique T. II. p. 380.) Buttman wollte, was wenig wahrscheinlich ist, daß die *χελαι* ursprünglich die beiden Schalen der Wage bedeuteten hätten und später durch ein Mißverständnis in die Scheeren eines Scorpions umgewandelt wurden. (Vergl. J. J. J. J., Untersuchungen über die astronomischen Beobachtungen der Alten S. 374 und über die Sternnamen S. 174—177 mit Carteron, Recherches de Mr. Letronne p. 113.) Auffallend bleibt es mir immer, bei der Analogie zwischen vielen Namen der 27 Mondhäuser und der Do-decatomerie des Thierkreises, daß unter den gewiß sehr alten indischen Rakshatras (Mondhäusern) sich eben-

falls das Zeichen der Wage befindet (Vues des Cord. T. II. p. 6—12).

†) Vergl. A. W. von Schlegel über Sternbilder des Thierkreises im alten Indien in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. Heft 3. 1837 und seine Commentatio de Zodiaci antiquitate et origine 1839 mit Adolph Holzmann über den griechischen Ursprung des indischen Thierkreises 1841 S. 9, 16 und 23. „Die aus dem Amarasiha und Ramayana angeführten Stellen,“ heißt es in der letztgenannten Schrift, „sind von unzweifelhafter Auslegung: sie sprechen in den deutlichsten Ausdrücken vom Thierkreise selbst; aber wenn die Werke, in denen sie enthalten, früher verfälscht sind, als die Kunde des griechischen Thierkreises nach Indien gelangen konnte, so ist genau zu untersuchen, ob jene Stellen nicht jüngere Zusätze sind.“

‡) Vergl. Buttman im Berliner astron. Jahrbuch für 1822 S. 93, Diers über die neueren Sternbilder in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 238—251 und Sir John Herschel, Revision and Re-arrangement of the Constellations, with special reference to those of the Southern Hemisphere, in den Memoirs of the Astr. Soc. Vol. XII. p. 201—224 (mit einer sehr genauen Vertheilung der südlichen Sterne ihrer bis 4ter Größe). Bei Gelegenheit der förmlichen Unterhandlungen Lalande's mit Bode über die Einföhrung seiner Hausätze und eines Erndtehüters (Messier!) klagt Diers darüber, daß, „um für Friedrich's Ehre am Himmel Raum zu finden, die Andromeda ihren rechten Arm an eine andere Stelle legen mußte, als derselbe seit 3000 Jahren eingenommen hatte.“

Der Fixsternhimmel (orbis inerrans des Apulejus), der uneigentliche Ausdruck Fixsterne (astra fixa des Manilius) erinnern, wie wir schon oben in der Einleitung zur Astrognosie *) bemerkt, an die Verbindung, ja Verwechselung der Begriffe von Einbestetung und absoluter Unbeweglichkeit (Fixität). Wenn Aristoteles die nicht wandernden Weltkörper (ἀπλανῆ ἄστρον) eingestektete (ἐνδεσμένα), wenn Ptolemäus sie angewachsene (προσπεφυκότες) nennt, so beziehen sich zunächst diese Benennungen auf die Vorstellung des Anaximenes von der krystallartigen Sphäre. Die scheinbare Bewegung aller Fixsterne von Osten nach Westen, während daß ihr Abstand unter einander sich gleich blieb, hatte diese Hypothese erzeugt. „Die Fixsterne (ἀπλανῆ ἄστρον) gehören der oberen, von uns entfernteren Region, in der sie wie Nägel an den Krystallhimmel angeheftet sind; die Planeten (ἄστρον πλανώμενα oder πλανητά), welche eine entgegengesetzte Bewegung haben, gehören der unteren, näheren Region an.“ Wenn bei Manilius schon in der frühesten Zeit der Cäsaren stella fixa für infixa oder affixa gesagt wurde, so läßt sich annehmen, daß die Schule in Rom anfangs doch nur der ursprünglichen Bedeutung des Angeheftet-Seins anhing; aber da das Wort fixus auch die Bedeutung der Unbeweglichkeit einschloß, ja für synonym mit immotus und immobilis genommen werden konnte, so war es leicht, daß der Volksglaube oder vielmehr der Sprachgebrauch allmählig an eine stella fixa vorzugsweise die Idee der Unbeweglichkeit knüpfte, ohne der festen Sphäre zu gedenken, an die sie geheftet ist. So durfte Seneca die Fixsternwelt fixum et immobilem populum nennen.

Wenn wir auch nach Stobäus und dem Sammler der „Ansichten der Philosophen“ die Benennung Krystallhimmel bis zur frühen Zeit des Anaximenes hinaufführen; so finden wir doch die Idee, welche der Benennung zum Grunde liegt, erst schärfer bei Empedocles entwickelt. Den Fixsternhimmel hält dieser für eine feste Masse, welche aus dem durch Feuer krystallartig starr gewordenen Aether gebildet wurde †). Der Mond ist ihm

*) Rosmōs Buch III. S. 398 und Anm.

†) Nach Democritus und seinem Schüler Metrodorus, Stob. eclog. phys. pag. 582.

‡) Plut. de plac. phil. II, 11; Diog. Laert. VIII, 77; Achilles Tat. ad Arat. cap. 5: Εμπεδοκλῆς τοῦτον (τὸν οὐρανὸν) εἶναι φησιν, ἐκ τοῦ πνεύματος συλλεγόμενον; eben so findet sich nur der Ausdruck krystallartig bei Diog. Laert. VIII, 77, und Galenus, Hist. phil. II (Sturz, Empedocles Agrigent. T. I, p. 321). Lactantius de opificio Dei c. 17: an, si mihi quispiam dixerit aeneum esse coelum, aut vitreum, aut, ut Empedocles ait, aërem glaciatum, statim assentiar, quia coelum ex qua materia sit, ignorem? Für dies coelum vitreum giebt es kein auf uns gekommenes frühes hellenisches Zeugniß; denn nur ein Himmelskörper, die Sonne, wird von Philolaus ein glasartiger Körper genannt, welcher die Strahlen vom Centralfeuer empfängt und uns zuwirft. (Die oben im Text bezeichnete Ansicht des Empedocles von Reflexion des Sonnenlichts durch den hagelartig geronnenen Mondkörper ist von Plutarch erwähnt apud Eusep. Praep. Evangel. I, pag. 24 D und de facie in orbe Lunae cap. 5.) Wenn im Sommer und Winter der Uranos χάλκεος und οὐιδρεος heißen, so bezieht sich der Ausdruck, wie in dem eherne Herzen und in der ehernen Stimme, nur auf das Feste, Dauernde, Unvergängliche (Bilder über Homerische Geographie 1830 S. 5). Das Wort κρυσταλλος, auf den eisartig durchsichtigen Bergkrystall angewandt, findet sich wohl zuerst bei Plinius bei Dionysius Periegetes 781, Alian. XV, 8 und bei Strabo XV pag. 717, Casaub. Die Meinung, daß die Idee des krystallinen Himmels als Eiseiswölke (aër glaciatus des Lactantius) mit der den Alten durch Bergreisen und den Anblick von Schneebergen wohlbekannten Wärme-Abnahme der Luftschichten von unten nach oben entstanden sei, wird dadurch widerlegt, daß

man sich über der Grenze des eigentlichen Luftkreises den feurigen Aether und die Sterne an sich als warm dachte (Aristot. Meteorol. I, 3; de Coelo II, 7 p. 289). — Bei Erwähnung der Himmelsstöne (Aristot. de Coelo II, p. 290), welche, nach den Pythagoreern die Menschen darum nicht vernehmen, weil sie continuirlich sind, und Töne nur vernommen werden, wenn sie durch Stillstehendes unterbrochen sind, behauptet Aristoteles sonderbar genug, daß die Bewegung der Sphären Wärme in der unter ihnen liegenden Luft erzeugt, ohne sich selbst zu erhöhen. Ihre Schwingungen bringen Wärme, keine Töne hervor. „Die Bewegung der Fixstern-Sphäre ist die schnellste (Aristot. de Coelo II, 10 p. 291); während diese Sphäre und die an sie gehefteten Körper im Kreise sich herumswingen, wird immer der zunächst unten liegende Raum durch die Sphären-Bewegung in Hitze gebracht, und es erzeugt sich die bis zur Erdoberfläche herab verbreitete Wärme“ (Meteorol. I, 3 p. 340). Auffallend ist es mir immer gewesen, daß der Stagirite stets das Wort Krystallhimmel vermeidet, da der Ausdruck: angeheftete Sterne, ἐνδεσμένα ἄστρον, dessen er sich bedient, doch auf den allgemeinen Begriff fester Sphären hindeutet, ohne aber die Art der Materie zu specificiren. Cicero selbst läßt sich über diese auch nicht vernehmen, aber in seinem Commentator Macrobius (in Cic. Somnium Scipionis I. c. 20 pag. 99 ed. Bip.) findet man Spuren freier Ideen über die mit der Höhe abnehmende Wärme. Nach ihm sind die äußersten Zonen des Himmels von ewiger Kälte heimgesucht. „Ita enim non solum terram sed ipsum quoque coelum, quod vere mundum vocatur, temperari a sole certissimum est, ut extremitates ejus, quae a via solis longissime recesserunt, omni careant beneficio caloris et una frigoris perpetuitate torrescant.“ Diese extremitates coeli, in welche der Bischof von Sybbo (Augustinus, ed. Antv. 1700, I. p. 102 und III. p. 99) eine Region eisfalter Wasser, dem obersten und darum kältesten aller

ein durch die Kraft des Feuers hagelartig geronnener Körper, welcher sein Licht von der Sonne erhält. Der ursprüngliche Begriff des Durchsichtigen, Geronnenen, Erstarrten würde nach der Physik der Alten *) und ihren Begriffen vom Festwerden des Flüssigen nicht unmittelbar auf Kälte und Eis führen; aber die Verwandtschaft von *κρυσταλλος* mit *κρύος* und *κρυσταίνω*, wie die Vergleichung mit den durchschneidenden aller Körper, veranlaßten die bestimmteren Behauptungen, daß das Himmelsgewölbe aus Eis oder aus Glas bestehe. So finden wir bei Lactantius: *coelum aërem glaciatum esse, und vitreum coelum*. Empedocles hat gewiß noch nicht an phönicisches Glas, wohl aber an Luft gedacht, die durch feurigen Aether in einen durchsichtigen festen Körper zusammengeronnen ist. Die Idee des Durchsichtigen war in der Vergleichung mit dem Eise, *κρυσταλλος*, das Vorherrschende; man dachte nicht an Ursprung des Eises durch Kälte, sondern zunächst nur an ein durchsichtiges Verdichtetes. Wenn der Dichter das Wort Krystall selbst brauchte, so bedient sich die Prose (wie die in Anmerkung †) S. 448 angeführte Stelle des Achilles Tatius, des Commentators von Aratus, bezeugt) nur des Ausdrucks: krystallähnlich, *κρυσταλλοειδής*. Eben so bedeutet *πάρος* (von *πέρυσσθαι*, fest werden) ein Stück Eis, wobei bloß die Verdichtung in Betracht gezogen wird.

Durch die Kirchenväter, welche spielend 7 bis 10, wie Zwiebelhäute über einander lagerte, gläserne Himmelschichten annahmen, ist diese Ansicht des krystallinen Gewölbes in das Mittelalter übergegangen; ja sie hat sich selbst in einigen Klöstern des südlichen Europa erhalten, wo zu meinem Erstaunen ein ehrwürdiger Kirchenfürst mir, nach dem so viel Aufsehen erregenden Aerolithenfall bei Nigle, die Meinung äußerte: was wir mit einer vitrificirten Rinde bedeckte Meteorsteine nannten, wären nicht Theile des gefallenen Steines selbst, sondern ein Stück des durch den Stein zerschlagenen krystallinen Himmels. Kepler, zuerst durch die Betrachtung über die alle Planetenbahnen durchschneidenden Cometen veranlaßt, hat sich schon drittehalb Jahrhunderte früher gerühmt ‡) die 77 homocentrischen Sphären des berühmten Girolamo Fracastoro, wie alle älteren rückwirkenden Epicykeln zerstört zu haben. Wie so große Geister als Eudoxus, Menächmus, Aristoteles und Apollonius von Pergä sich die Möglichkeit des Mechanismus und der Bewegung starrer, in einander greifender, die Planeten führender Sphären gedacht haben; ob sie diese Systeme von Ringen nur als ideale Anschauungen, als Fiktionen der Gedankenwelt betrachteten, nach denen schwierige Probleme des Planetenlaufs erklärt und annähernd berechnet werden könnten: sind Fragen, welche ich schon an einem andern Orte §) berührt

Planeten, Saturn, nahe, verlegte, sind immer noch der eigentliche Luftkreis; denn höher über dieser äußersten Grenze liegt erst, nach einer etwas früheren Aussage des Macrobius (I c. 19 pag. 98), der feurige Aether, welcher, räthselhaft genug, jener ewigen Kälte nicht bindlich ist. „Stellae, supra coelum locatae, in ipso purissimo aethere sunt, in quo omne, quidquid est, lux naturalis et sua est (der Sig felsfleuchtender Gestirne), quae tota cum igne suo ita sphaerae solis incombuit, ut coeli zonae, quae procul a sole sunt, perpetuo frigore oppressae sint.“ Wenn ich hier den physikalischen und meteorologischen Zusammenhang bei Griechen und Römern so umständlich entwickle, so geschieht es nur, weil diese Gegenstände außer den Arbeiten von Ufer, Henry Martin und dem vor trefflichen Fragmente der Meteorologia Veterum von Julius De la Caille bisher so unvollständig und meist ungründlich behandelt worden sind.

*) Daß das Feuer die Kraft habe, erstarren zu machen (Aristot. Probl. XIV, 11), daß die Eiebildung selbst durch Wärme befördert wird, sind tief eingewurzelte Meinungen in der Physik der Alten, die auf einer isolirenden Theorie der Gegenstände (Antiperistasis), auf dunklen Begriffen der Polarität (auf einem Hervorruhen entgegengesetzter Qualitäten oder Zustände) beruhen

(Rosmos Buch III. S. 391 und Anm.). Hagel entsteht in um so größerer Masse, als die Luftschichten erwärmt sind (Aristot. Meteor. I, 12). Beim Winter-Eisfischang an der Küste des Pontus wird warmes Wasser angewandt, damit in der Nähe des eingepflanzten Reihes das Eis sich vermehre (Alex. Aphrodis. lib. 86 und Plut. de primo frigido c. 12).

†) Kepler sagt ausdrücklich in Stella Maris fol. 9: solidos orbis rejeci; in der Stella nova 1606 cap. 2 p. 8: planetarum in puro aethere, perinde atque aves in aëre, cursus suos conficiunt. (Vergl. auch p. 122.) Früher war er aber der Meinung von einem festen, eisigen Himmelsgewölbe (orbis ex aqua factus gelu concreta propter solis absentiam) zugehan (Kepler, Epit. Astr. Copern. I, 2 p. 51). Schon volle 2000 Jahre vor Kepler behauptete Empedocles, daß die Fixsterne am Krystallhimmel angeheftet, „die Planeten aber frei und losgelassen seien“ (*τοὺς δὲ πλανήτας ἀνείσθαι*). (Plut. plac. phil. II, 13; Emped. I p. 335, Sturz; Euseb. Praep. evang. XV, 30, Col. 1688 p. 839.) Wie nach Plato im Timäus (nicht nach Aristoteles) die an feste Sphären gehefteten Fixsterne einzeln rotirend gedacht werden sollen, ist schwer zu begreifen (Tim. p. 40 B).

‡) Rosmos Buch II. S. 360 und Anm.

habe und welche für die Geschichte der Astronomie, wenn sie Entwicklungsperioden zu unterscheiden strebt, nicht ohne Wichtigkeit sind.

Ghe wir von der uralten, aber künstlichen, Zodiacal-Gruppierung der Fixsterne, wie man sich dieselben an feste Sphären angeheftet dachte, zu ihrer natürlichen, reellen Gruppierung und den schon erkannten Gesetzen relativer Vertheilung übergehen, müssen wir noch bei einigen sinnlichen Erscheinungen der einzelnen Weltkörper: ihren überdeckenden Strahlen, ihren scheinbaren, unwahren Durchmessern und der Verschiedenheit ihrer Farbe, verweilen. Von dem Einfluß der sogenannten Sternschwänze, welche der Zahl, Lage und Länge nach bei jedem Individuum verschieden sind, habe ich schon bei den Betrachtungen über die Unsichtbarkeit der Jupitersmonde*) gehandelt. Das undeutliche Sehen (la vue indistincte) hat vielfache organische Ursachen, welche von der Aberration der Sphäricität des Auges, von der Diffraction an den Rändern der Pupille oder an den Wimpern, und von der sich mehr oder weniger weit aus einem gereizten Punkte fortpflanzenden Irritabilität der Netzhaut abhängen †). Ich sehe sehr regelmäßig acht Strahlen unter Winkeln von 45° bei Sternen 1ster bis 3ter Größe. Da nach Hassenfratz diese Strahlungen sich auf der Krystalllinse kreuzende Brennlinien (caustiques) sind, so bewegen sie sich, je nachdem man den Kopf nach einer oder der anderen Seite neigt ‡). Einige meiner astronomischen Freunde sehen nach oben hin 3, höchstens 4 Strahlen, und nach unten gar keine. Merkwürdig hat es mir immer geschienen, daß die alten Aegypter den Sternen regelmäßig nur 5 Strahlen (also um je 72° entfernt) geben, so daß dies Sternzeichen nach Horapollon hieroglyphisch die Zahl 5 bedeuten soll ||).

Die Sternschwänze verschwinden, wenn man das Bild der strahlenden Sterne (ich habe oft Canopus wie Sirius auf diese Weise beobachtet) durch ein sehr kleines mit einer Nadel in eine Karte gemachtes Loch empfängt. Eben so ist es bei dem telescopischen Sehen mit starker Vergrößerung, in welchem die Gestirne entweder als leuchtende Punkte von intensiverem Lichte oder auch wohl als überaus kleine Scheiben sich darstellen. Wenn gleich das schwächere Funkeln der Fixsterne unter den Wendekreisen einen gewissen Eindruck der

*) No 6 mos Buch III. S. 410 und Anm.

†) „Les principales causes de la vue indistincte sont: aberration de sphéricité de l'oeil, diffraction sur les bords de la pupille, communication d'irritabilité à des points voisins sur la rétine. La vue confuse est celle où le foyer ne tombe pas exactement sur la rétine, mais tombe au devant ou derrière la rétine. Les queues des étoiles sont l'effet de la vision indistincte autant qu'elle dépend de la constitution du cristallin. D'après un très ancien mémoire de Hassenfratz (1809), „les queues au nombre de 4 ou 8 qu'offrent les étoiles ou une bougie vue à 25 mètres de distance, sont les caustiques du cristallin formées par l'intersection des rayons réfractés.“ Ces caustiques se meuvent à mesure que nous inclinons la tête. — La propriété de la lunette de terminer l'image fait qu'elle concentre dans un petit espace la lumière qui sans cela en aurait occupé un plus grand. Cela est vrai pour les étoiles fixes et pour les disques des planètes. La lumière des étoiles qui n'ont pas de disques réels, conserve la même intensité, quel que soit le grossissement. Le fond de l'air duquel se détache l'étoile dans la lunette, devient plus noir par le grossissement qui dilate les molécules de l'air qu'embrasse le champ de la lunette. Les planètes à vrais disques deviennent elles-mêmes plus pâles par cet effet de dilatation. — Quand la peinture focale est nette, quand les rayons partis d'un point de l'objet se sont concentrés en un seul point dans l'image, l'oculaire donne des résultats satisfaisants. Si au contraire les rayons émanés d'un point ne se réunissent pas au foyer en un seul point, s'ils y forment un petit cercle, les images

de deux points contigus de l'objet empêchent nécessairement l'une sur l'autre; leurs rayons se confondent. Cette confusion la lentille oculaire ne saurait la faire disparaître. L'office qu'elle remplit exclusivement, c'est de grossir; elle grossit tout ce qui est dans l'image, les défauts comme le reste. Les étoiles n'ayant pas de diamètres angulaires sensibles, ceux qu'elles conservent toujours, tiennent pour la plus grande partie au manque de perfection des instrumens (à la courbure moins régulière donnée aux deux faces de la lentille objective) et à quelques défauts et aberrations de notre oeil. Plus une étoile semble petite, tout étant égal quant au diamètre de l'objectif, au grossissement employé et à l'éclat de l'étoile observée, et plus la lunette a de perfection. Or le meilleur moyen de juger si les étoiles sont très petites, si des points sont représentés au foyer par de simples points, c'est évidemment de viser à des étoiles excessivement rapprochées entr'elles et de voir si dans les étoiles doubles connues les images, se confondent, si elles empêchent l'une sur l'autre, ou bien si on les aperçoit bien nettement séparées.“ (Wrago, Handscr. von 1834 und 1847.)

‡) Hassenfratz sur les rayons divergens des Etoiles in Delamétherie, Journal de Physique T. LXIX. 1809 p. 324.

||) Horapollinis Niloi Hieroglyphica ed. Conr. Leemans 1835 cap. 13 p. 20. Der gelehrte Herausgeber (Leemans) erinnert aber gegen Somard (Descr. de l'Egypte T. VII. p. 423), daß der Stern als Zahlzeichen 5 bisher auf den Monumenten und Papyrusrollen noch nicht gefunden worden ist. (Somard p. 194.)

Ruhe gewährt, so würde mir doch, bei unbewaffnetem Auge, eine völlige Abwesenheit aller Sternstrahlung das Himmelsgewölbe zu veröden scheinen. Sinnliche Täuschung, undeutliches Sehen vermehren vielleicht die Pracht der leuchtenden Himmelsbede. Arago hat schon längst die Frage aufgeworfen: warum trotz der großen Lichtstärke der Fixsterne erster Größe man nicht diese, und doch den äußersten Rand der Mondscheibe*) am Horizonte beim Aufgehen erblicke?

Die vollkommensten optischen Werkzeuge, die stärksten Vergrößerungen geben den Fixsternen falsche Durchmesser (spurious disks, diamètres factices), welche nach Sir John Herschel's Bemerkung †) „bei gleicher Vergrößerung um so kleiner werden, als die Oeffnung des Fernrohrs wächst.“ Verfinsterungen der Sterne durch die Mondscheibe beweisen, wie Ein- und Austritt dergestalt augenblicklich sind, daß keine Fraction einer Zeitsecunde für die Dauer erkannt werden kann. Das oft beobachtete Phänomen des sogenannten Klebens des eintretenden Sternes auf der Mondscheibe ist ein Phänomen der Lichtbeugung, welches in keinem Zusammenhange mit der Frage über die Sterndurchmesser steht. Wir haben schon an einem anderen Orte erinnert, daß Sir William Herschel bei einer Vergrößerung von 6500 Mal den Durchmesser von Vega nach 0", 36 fand. Das Bild des Arc-turus wurde in einem dichten Nebel so verkleinert, daß die Scheibe noch unter 0", 2 war. Auffallend ist es, wie wegen der Täuschung, welche die Sternstrahlung erregt, vor der Erfindung des telescopischen Sehens Kepler und Tycho dem Sirius Durchmesser von 4' und 2' 20" zuschrieben ‡). Die abwechselnd lichten und dunkeln Ringe, welche die kleinen falschen Sternscheiben bei Vergrößerungen von zwei- bis dreihundert Mal umgeben und die bei Anwendung von Diaphragmen verschiedener Gestalt irisiren, sind gleichzeitig die Folgen der Interferenz und der Diffraction, wie Arago's und Airy's Beobachtungen lehren. Die kleinsten Gegenstände, welche telescopisch noch deutlich als leuchtende Punkte gesehen werden (Doppelte Doppelsterne, wie ϵ der Leier; der 5te und 6te Stern, den Struve im Jahr 1826 und Sir John Herschel im Jahr 1832 im Trapezium des großen Nebelsternes des Orion entdeckt haben ||), welches der vierfache Stern γ des Orion bildet), können zur Prüfung der Vollkommenheit und Lichtfülle optischer Instrumente, der Refractoren wie der Reflectoren, angewandt werden.

Eine Farbenverschiedenheit des eigenthümlichen Lichtes der Fixsterne wie des reflectirten Lichtes der Planeten ist von früher Zeit an erkannt; aber die Kenntniß dieses merkwürdigen Phänomens ist erst durch das telescopische Sehen, besonders seitdem man sich lebhaft mit den Doppelsternen beschäftigt hat, wundersam erweitert worden. Es ist hier nicht von dem Farbenwechsel die Rede, welcher, wie schon oben erinnert worden ist, das Funkeln auch in den weißesten Gestirnen begleitet; noch weniger von der vorübergehenden, meist röthlichen Färbung, welche nahe am Horizont wegen der Beschaffenheit des Mediums (der Luftschichten, durch die wir sehen) das Sternlicht erleidet: sondern von dem weißen oder farbigen Sternlichte, das als Folge eigenthümlicher Lichtprocesse und der ungleichen Constitution seiner Oberfläche jeder Weltkörper ausstrahlt. Die arabischen Astronomen

*) Auf spanischen Schiffen in der Südsee habe ich bei Matrosen den Glauben gefunden, daß man vor dem ersten Viertel des Alter des Mondes bestimmen könne, wenn man die Mondscheibe durch ein seidenes Gewebe betrachte und die Vielfältigung der Bilder zähle; — ein Phänomen der Diffraction durch feine Spalten.

†) *Outlines* § 816. Arago hat den falschen Durchmesser des Aldebaran im Fernrohr von 4" bis 15" wachsen machen, indem er das Objectiv verengte.

‡) *Delambre*, *Hist. de l'Astr. moderne* T. I p. 193; *Arago*, *Annuaire* 1842 p. 366.

||) „Minute and very close companions, the severest tests which can be applied to a telescope;“ *Outlines* § 837. Vergl. auch Sir John Herschel, *Capriße* p. 29 und Arago im *Annuaire pour* 1834

p. 302–305. Unter den planetarischen Weltkörpern können zur Prüfung der Lichtstärke eines stark vergrößerten optischen Instruments dienen: der 1ste und 4te, von Lassell und Otto Struve 1847 wieder gefundene Uranustrabant; die beiden innersten und der 7te Saturnstrabant (Mimas, Enceladus und Dione's Superion); der von Lassell aufgefundenene Neptunusmond. Das Einbringen in die Tiefen der Himmelsräume veranlaßt Bacon in einer berechneten Stelle zum Lobе Galilei's, dem er irriger Weise die Erfindung der Fernrohre zuschreibt, diese mit Schiffen zu vergleichen, welche die Menschen in einen unbekannten Ocean leiten, „ut propiora exercere possint cum coelestibus commercia“; *Works of Francis Bacon* 1740 Vol. I *Novum Organon* p. 361.

kennen bloß rothe Sterne: während die neueren an der gestirnten Himmelsbede, in den vom Licht durchströmten Gefilden, wie in den Blumenkronen der Phanerogamen und den Metall-Dryden fast alle Abstufungen des prismatischen Farbenbildes zwischen den Extremen der Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, telescopisch aufgefunden haben. Ptolemäus nennt in seinem Fixstern-Catalog 6 Sterne *ὑπόκιστος*, feuererröthlich*): nämlich Arcturus, Aldebaran, Pollux, Antares, α des Orion (die rechte Schulter) und Sirius. Cleomedes vergleicht sogar Antares im Scorpion mit der Röthe†) des Mars, der selbst bald *πυρρὸς*, bald *πυροειδής* genannt wird.

Von den 6 oben aufgezählten Sternen haben 5 noch zu unserer Zeit ein rothes oder röthliches Licht. Pollux wird noch als röthlich, aber Castor als grünlich aufgeführt ‡). Sirius gewährt demnach das einzige Beispiel einer historisch erwiesenen Veränderung der Farbe, denn er hat gegenwärtig ein vollkommen weißes Licht. Eine große Naturrevolution §) muß allerdings auf der Oberfläche oder in der Photosphäre eines solchen Fixsternes (einer fernen Sonne, wie schon Aristarch von Samos die Fixsterne würde genannt haben) vorgegangen sein, um den Proceß zu stören, vermöge dessen die weniger brechbaren rothen Strahlen durch Entziehung (Absorption) anderer Complementar-Strahlen (sei es in der Photosphäre des Sternes selbst, sei es in wandernden kosmischen Gewölken) vorherrschend wurden. Es wäre zu wünschen, da dieser Gegenstand bei den großen Fortschritten der neueren Optik ein lebhaftes Interesse auf sich gezogen hat, daß man die Epoche einer solchen Naturbegebenheit, des Verschwindens der Röthung des Sirius, durch Bestimmung gewisser Zeitgrenzen, auffinden könne. Zu Tycho's Zeit hatte Sirius gewiß schon weißes Licht; denn als man mit Verwunderung den neuen in der Cassiopeja 1572 erschienenen blendend weißen Stern im Monat März 1573 sich röthen und im Januar 1574 wieder weiß werden sah, wurde der rothe Stern mit Mars und Aldebaran, aber nicht mit Sirius verglichen. Vielleicht möchte es Sébillot oder anderen mit der arabischen und persischen Astronomie vertrauten Philologen glücken in den Zeitabständen von El-Batani (Albatognius) und El-Fergani (Alfraganus) bis Abdurrahman Sufi und Ebn-Junis (von 880 bis 1007), von Ebn-Junis bis Nasir-Eddin und Ulugh Beg (von 1007 bis 1437) irgend ein Zeugniß für die damalige Farbe des Sirius aufzufinden. El-Fergani (eigentlich Mohammed Ebn-Keithir El-Fergani), welcher schon in der Mitte des 10ten Jahrhunderts zu Rakfa (Aracte) am Euphrat beobachtete, nennt als rothe Sterne (stellae rufae) sagt die alte lateinische Uebersetzung von 1590) wohl den Aldebaran und, räthselhaft

*) „Der Ausdruck *ὑπόκιστος*, dessen sich Ptolemäus in seinem Catalog für die 6 von ihm genannten Sterne gleichförmig bedient, bezeichnet einen geringen Grad des Uebergangs von feuer gelb in feuerroth; er bedeutet also, genau zu sprechen, feuererröthlich. Den übrigen Fixsternen scheint er im Allgemeinen (Almag. VIII, 3 ed. Palma T. II. p. 94) das Prädicat *ἁπλῶς*, feuer gelb, zu geben. *Κερίστος* ist nach Galenus (Meth. med. 12) ein blaßes Feuerroth, das in Gelb spielt. Cellsius vergleicht das Wort mit *melius*, was nach Servius so viel bedeutet als *gilvus* und *fulvus*. Da Sirius von Seneca (Nat. Quaest. I, 1) röthlicher als Mars genannt wird, und derselbe zu den Sternen gehört, welche im Almagest *ὑπόκιστος* genannt werden, so bleibt kein Zweifel, daß das Wort das Vorherrschende, oder wenigstens einen gewissen Antheil, rother Strahlen andeutet. Die Behauptung, daß das Beiwort *ποικίλος*, welches Aratus v. 327 dem Sirius beilegt, von Cicero durch *rutilus* übersezt worden sei, ist irrig. Cicero sagt allerdings v. 348:

Namque pedes subtor rutilo eum lumine clarot
Forvidus ille annis stellarum luce resurgens;
allein *rutilo* eum lumine ist nicht Uebersetzung des *ποικίλος*, sondern ein Zusatz des freien Uebersetzers.“ (Aus Briefen des Herrn Professor Franz an mich.)

„Si en substituant *rutilus*,” sagt Arago (Annuaire 1842 p. 351), „au terme grec d'Aratus, l'orateur romain renoncée à dessein à la fidélité, il faut supposer que lui-même avait reconnu les propriétés rutilantes de la lumière de Sirius.”

†) Cleom. Cycl. Theor. I, 11 p. 59.

‡) Mädler, Astr. 1849 S. 391.

§) Sir John Herschel im Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 189 und in Schum. astr. Nachr. 1839 No. 372: „It seems much more likely that in Sirius a red colour should be the effect of a medium interfering, than that in the short space of 2000 years so vast a body should have actually undergone such a material change in its physical constitution. It may be supposed the existence of some sort of *cosmical cloudiness*, subject to internal movements, depending on causes of which we are ignorant.“ (Vergl. Arago im Ann. pour 1842 p. 350-353.)

¶) In Muhamedis Alfragani chronologica et astronomica elementa, ed. Jacobus Christmannus 1590, cap. 22 p. 97 heißt es: „stella rufa in Tauro Aldebaran: stella rufa in Gemini quae appellatur *Hajok*, hoc est Capra.“ Alhajoc, Aijak sind aber im arabisch-lateinischen Almagest die gewöhnlichen Namen der Capella im Fuhrmann. Argelander bemerkt dazu

genug γ), die jetzt gelbe, kaum röthlich gelbe Capella; nicht aber den Sirius. Allerdings würde es auffallend sein, wäre Sirius zu seiner Zeit schon nicht mehr roth gewesen, daß El-Bergani der überall dem Ptolemäus folgt, die Farbenveränderung in einem so berühmten Stern nicht sollte bezeichnet haben. Negative Gründe sind allerdings selten beweisend; und auch bei Beteiguze (α Orionis), der jetzt noch roth ist wie zu des Ptolemäus Zeiten, erwähnt El-Bergani in derselben Stelle der Farbe nicht.

Es ist längs anerkannt, daß unter allen hell leuchtenden Fixsternen des Himmels Sirius in chronologischer Hinsicht, wie in seiner historischen Anknüpfung an die früheste Entwicklung menschlicher Cultur im Nilthale, die erste und wichtigste Stelle einnimmt. Die Sothis-Periode und der heliacische Aufgang der Sothis (Sirius), über die Biot eine vortheilhafte Arbeit geliefert hat, verlegt nach den neuesten Untersuchungen von Lepsius *) die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders in jene uralte Epoche von fast 33 Jahrhunderten vor unserer Zeitrechnung, „in welcher nicht nur die Sommer-Sonnenwende und folglich der Anfang des Nil-Anschwellens auf den Tag des ersten Wassermoments (auf den ersten Pachon) fiel, sondern auch der heliacische Aufgang der Sothis.“ Die neuesten, bisher veröffentlichten, etnalogischen Versuche über Sothis und Sirius aus dem Koptischen, dem Zend, Sanskrit und Griechischen werde ich in eine Note †) zusammen-

mit Recht: daß Ptolemäus in dem achten, durch Stolz und alte Zeugnisse bewährten, astrologischen Werke (Τετραβιβλος αστρολογικη) nach Uebnlichkeit der Farbe Planeten an Sterne knüpft und γ Capella mit Martis stella, quae urit sicut congruit igneo ipsis colori mit Anrigas stella verbindet. (Bergl. Ptol. quadripart. construct. libri IV, Basil. 1551. p. 383.) Auch Riccioli (Almagestum novum ed. 1650 T. I Pars I. lib. 6 cap. 2 p. 394) rechnet Capella neben Antares, Aldebaran und Arcturus zu den rothen Sternen.

*) S. die Chronologie der Aegypter von Rich. Lepsius 8 Bd. I. 1849 S. 190–195 und 213. Die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders wird in die früheste Epoche des Jahres 3285 vor unserer Zeitrechnung, d. i. ohngefähr anderthalb Jahrhunderte nach der Erbauung der großen Pyramide des Cheops-Chufu, und 940 Jahre vor der gewöhnlichen Angabe der Sündfluth, gesetzt (Rossmos Buch II. S. 247 Anm. †). In der Berechnung über den Umstand, daß die von Oberst Byles gemessene Inclination des unterirdischen, in das Innere der Pyramide führenden engen Ganges sehr nahe dem Winkel von $26^{\circ} 15'$ entspricht, welchen zu den Zeiten des Cheops (Chufu) der den Pol bezeichnende Stern α des Drachen in der unteren Culmination zu Gizeh erreichte, ist die Epoche des Pyramidenbaues nicht wie nach Lepsius im Rossmos, zu 3430, sondern (Outlines of Astr. § 319) zu 3970 vor Chr. angenommen. Dieser Unterschied von 540 Jahren widerspricht um so weniger der Annahme, daß α Draconis für den Polarstern galt, als derselbe im Jahr 3970 noch $3^{\circ} 44'$ vom Pole abstand.

†) Aus freundschaftlichen Briefen des Prof. Lepsius 8 (Februar 1850) habe ich folgendes geschöpft: „Der ägyptische Name des Sirius ist Sothis, als ein weibliches Gestirn bezeichnet; daher griechisch η Σοθις identificirt mit der Göttin Sote (hieroglyphisch östliche Sit) und im Tempel des großen Ramises in Theben mit Isis-Sothis (Lepsius 8, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 119 und 136). Die Bedeutung der Wurzel findet sich im Koptischen, und zwar mit einer zahlreichen Wortfamilie verwandt, deren Glieder scheinbar weit aus einander gehen, sich aber folgendermaßen ordnen lassen. Durch dreifache Uebertragung der Verbal-Bedeutung erhält man aus der Urbedeutung auswerfen, projicere (sagittam, telum): erst \dot{s} a n, seminare; dann extendere, ausdehnen, ausbreiten (gesponnene Fäden); endlich, was hier am wichtigsten ist, Licht ausstrahlen und glänzen (von Sternen und Feuer).

Auf diese Reihe der Begriffe lassen sich die Namen der Gottheiten Satis (die Schöpfin), Sothis (die Strahlende) und Seth (der Feurige) zurückführen. Hieroglyphisch lassen sich nachweisen: sit oder seth, der Pfeil wie auch der Strahl; seta, spinnen; setu, ausgestreute Körner. Sothis ist vorzugsweise das hellstrahlende, die Jahreszeiten und Zeitperioden regelnde Gestirn. Der kleine, immer gelb dargestellte Triangel, der ein symbolisches Zeichen der Sothis ist, wird, vielfach wiederholt, an einander gereiht (in dreifachen Reihen, von der Sonnenscheibe abwärts ausgehend), zur Bezeichnung der strahlenden Sonne benutzt! Seth ist der Feuer-gott, der fengende; im Gegensatz der wärmenden, befruchtenden Nilfluth; der die Saaten tränken den weiblichen Gottheit Satis. Diese ist die Göttin der Cataclysmen, weil mit dem Erscheinen der Sothis am Himmel zur Zeit der Sommerwende das Anschwellen des Nils begann. Bei Petrus Valens wird der Stern selbst $\Sigma\delta\delta$ statt Sothis genannt; keinesweges aber kann man, wie J. Deler gethan hat (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 126), dem Namen oder der Sache nach auch Thoth mit Seth oder Sothis identificiren.“ (Lepsius 8 Bd. I. S. 136.)

Diesen Betrachtungen aus der ägyptischen Urzeit lasse ich die hellenischen, zend- und Sanskrit-Etymologien folgen: „Seip, die Sonne,“ sagt Professor Franz, „ist in altes Stammwort, nur mündlich verschieden von Sep, Sépos, die Hitze, der Sommer: wobei die Veränderung des Vocallutes wie in $\tau\epsilon\iota\sigma\iota\varsigma$ und $\tau\epsilon\pi\omicron\varsigma$ oder $\tau\epsilon\pi\alpha\varsigma$ hervortritt. Zum Beweis der Richtigkeit der angegebenen Verhältnisse der Stammwörter seip und Sep, Sépos dient nicht nur die Anwendung von $\Sigma\epsilon\pi\epsilon\tau\alpha\tau\omicron\varsigma$ bei Aratus v. 149 (J. Deler, Sternnamen S. 241), sondern auch der spätere Gebrauch der aus seip abgeleiteten Formen $\sigma\epsilon\iota\pi\omicron\varsigma$, $\sigma\epsilon\iota\pi\omicron\varsigma$, $\sigma\epsilon\iota\pi\omicron\varsigma$, heiß, brennend. Es ist nämlich bezeichnend, daß $\sigma\epsilon\iota\pi\alpha$ oder $\sigma\epsilon\iota\pi\iota\alpha$ $\eta\mu\epsilon\tau\epsilon\tau\alpha$ eben so gesagt wird wie $\sigma\epsilon\iota\pi\iota\alpha$ $\eta\mu\epsilon\tau\epsilon\tau\alpha$, leichte Sommerkleider. Ausgebreiteter aber sollte die Anwendung der Form $\sigma\epsilon\iota\pi\omicron\varsigma$ werden; sie bildete das Beiwort aller Gestirne, welche Einfluß auf die Sommerhitze haben: daher nach der Ueberlieferung des Dichters Archilochus die Sonne $\sigma\epsilon\iota\pi\omicron\varsigma$ $\alpha\sigma\tau\epsilon\iota\pi$ hieß und Hygeus die Gestirne überhaupt $\sigma\epsilon\iota\pi\iota\alpha$, die leuchtenden, nennt. Daß in den Worten des Archilochus: $\pi\omicron\lambda\lambda\omicron\varsigma$ $\mu\epsilon\iota\upsilon$ $\alpha\delta\tau\omicron\upsilon$ $\sigma\epsilon\iota\pi\omicron\varsigma$ $\kappa\alpha\tau\alpha\nu\epsilon\tau\epsilon$ $\alpha\delta\epsilon\iota$ $\iota\lambda\lambda\alpha\gamma\mu\omicron\upsilon$ die Sonne wirklich gemeint ist, läßt sich nicht bezweifeln. Nach Hesychius

drängen: welche nur denen willkommen sein kann, die aus Liebe zur Geschichte der Astronomie in den Sprachen und ihrer Verwandtschaft Denkmäler des früheren Wissens erkennen.

Entschieden weiß sind gegenwärtig, außer Sirius: Wega, Daneb, Regulus und Spica; auch unter den kleinen Doppelsternen zählt Struve an 300 auf, in denen beide Sterne weiß sind *). Gelbes und gelbliches Licht haben Procyon, Altair, der Polarstern und besonders β des kleinen Bären. Von rothen und röthlichen großen Sternen haben wir schon Beteigeuze, Arcturus, Aldebaran, Antares und Pollux genannt. Rümker findet γ Crucis von schöner rother Farbe; und mein vieljähriger Freund, Capitän Bérard, ein vortrefflicher Beobachter, schrieb aus Madagascar 1847, daß er seit einigen Jahren auch α Crucis sich röthen sehe. Der durch Sir John Herschel's Beobachtungen berühmt gewordene Stern im Schiffe, γ Argus, dessen ich bald umständlicher erwähnen werde, verändert nicht bloß seine Lichtstärke, er verändert auch seine Farbe. Im Jahr 1843 fand in Calcutta Herr Macay diesen Stern an Farbe dem Arcturus gleich, also röthlich gelb †); aber in Briefen aus Santiago de Chile vom Februar 1850 nennt ihn Lieutenant Gillis von dunklerer Farbe als Mars. Sir John Herschel giebt am Schluß seiner Capreise ein Verzeichniß von 76 rubinfarbigem (ruby coloured) kleinen Sternen 7ter bis 9ter Größe. Einige erscheinen im Fernrohr wie Blutstropfen. Auch die Mehrzahl der veränderlichen Sterne wird als roth und röthlich beschrieben ‡). Ausnahmen machen: Algol am Kopf der Medusa, β Lyrae, ϵ Aurigae . . ; die ein rein weißes Licht haben. Mira Ceti, deren periodischer Lichtwechsel am frühesten erkannt ||) worden ist, hat ein stark röthliches Licht; aber die Veränderlichkeit von Algol, β Lyrae . . beweist, daß die rothe Farbe nicht eine nothwendige Bedingung der Lichtveränderung sei, wie denn auch mehrere rothe Sterne nicht zu den veränderlichen gehören. Die lichtschwächsten Sterne, in denen noch Farben zu unterscheiden sind, gehören nach Struve in die 9te und 10te Größe. Der blauen Sterne hat zuerst ¶) Mariotte 1686 in seinem *Traité des couleurs* gedacht. Bläulich ist γ der Leier. Ein kleiner Sternhaufen von $3\frac{1}{2}$ Minute Durchmesser am südlichen Himmel besteht nach Dunlop bloß aus blauen Sternchen. Unter den Doppelsternen giebt es viele, in welchen der Hauptstern weiß und der Begleiter blau ist; einige, in denen Hauptstern und Begleiter beide ein blaues Licht **) haben (so δ Serp. und 59 Androm.). Bisweilen sind,

und Suidas bedeutet allerdings *Σείριος* Sonne und Hundestern zugleich; aber daß die Stelle des Hesiodus (Opera et dies v. 417), wie *Ἰσχυρὸς* und *Προκλῆς* wollen, sich auf die Sonne und nicht auf den Hundestern beziehe, ist mir eben so gewiß als dem neuen Herausgeber des Theon aus Smyrna, Herrn Martin. Von dem Abjektivum *σειριος*, welches sich als epitheton perpetuum des Hundesternes selbst festgesetzt hat, kommt das Verbum *σειρίαν*, das durch *funeln* übersetzt werden kann. *Aratus* v. 331 sagt vom Sirius *ἔστιν σειρήν*, er funelt scharf. Eine ganz andere Etymologie hat das allein stehende Wort *Σείρη*, die Sirene; und Ihre Vermuthung, daß es wohl nur eine zufällige Klangähnlichkeit mit dem Leuchtstern Sirius habe, ist vollkommen begründet. Ganz irrig ist die Meinung derer, welche nach Theon Smyrnäus (*Liber de Astronomia* 1850 p. 202) *Σείρη* von *σειράσειν* (einer übrigens auch unbegreiflichen Form für *σειρίαν*) ableiten. Während daß in *σειριος* die Bewegung der Hitze und des Leuchtens zum Ausdruck kommt, liegt dem Worte *Σείρη* eine Wurzel zum Grunde, welche den fließenden Ton des Naturphänomens darstellt. Es ist mir nämlich wahrscheinlich, daß *Σείρη* mit *εἶπερ* (Plato, *Cratyl.* 398 D *τὸ γὰρ εἶπερ λέγειν ἐστὶ*) zusammenhängt, dessen ursprünglich scharfer Hauch in den Rückschlau überging.“ (Aus Briefen des Prof. Franz an mich, Januar 1850.)

Das griechische *Σείρ*, die Sonne, läßt sich nach Bopp

leicht mit dem Sanskritworte *svar* vermitteln, das freilich nicht die Sonne, sondern den Himmel (als etwas glänzendes) bedeutet. Die gewöhnliche Sanskritbenennung der Sonne ist *sārya*, eine Zusammenziehung von *svārya*, das nicht vorkommt. Die Wurzel *svar* bedeutet im allgemeinen glänzen, leuchten. Die zendische Benennung der Sonne ist *hvarə*, mit *h* für *s*. Das griechische *Σεπ*, *Σέπος* und *Σεπτός* kommt von dem Sanskritworte *gharma* (Nom. *gharmas*), Wärme, Hitze, her.“

Der scharfsinnige Herausgeber des Rigveda, Max Müller, bemerkt, daß der indische astronomische Name des Hundesternes vorzugsweise *Lubdhaka* ist, welches Jäger bedeutet: eine Bezeichnung, die, wenn man an den nahen Orion denkt, auf eine uralte, gemeinschaftliche urfrische Anschauung dieser Sterngruppe hinzuweisen scheint.“ Er ist übrigens am meisten geneigt „*Σείριος* von dem vedischen Worte *sira* (davon ein Abjektivum *suīrya*) und der Wurzel *sri*, gehen, wandeln, abzuleiten: so daß die Sonne und der hellste der Sterne, Sirius, ursprünglich *Wandelstern* hießen.“ (Vergl. auch Pott, *Etymologische Forschungen* 1833 S. 130.)

*) Struve, *Stellarum compositarum Mensurae micrometricae* 1837 p. LXXIV und LXXXIII.

†) Sir John Herschel, *Capreise* p. 34.

‡) Mädler, *Astronomie* S. 436.

§) Rossmos, *Buch II.* S. 368 und Anm. ||).

¶) Arago, *Annales pour* 1842 p. 348.

**) Struve, *Stellae comp.* p. LXXXII.

wie in dem, von Lacaille für einen Nebelfleck gehaltenen Sternschwarm bei α des südlichen Kreuzes, über hundert vielfarbige (rothe, grüne, blaue und blaugrüne) Sternchen so zusammengedrängt, daß sie wie polydrome Edelgesteine (like a superb piece of fancy jewellery *) in großen Fernröhren erscheinen.

Die Alten glaubten in der Stellung gewisser Sterne erster Größe eine merkwürdige symmetrische Anordnung zu erkennen. So war ihre Aufmerksamkeit vorzugsweise auf die sogenannten vier königlichen Gestirne, welche sich in der Sphäre gegenüber stehen, auf Aldebaran und Antares, Regulus und Fomalhaut, gerichtet. Wir finden dieser regelmäßigen Anordnung, die ich schon an einem anderen Orte †) behandelt, ausführlich bei einem späten römischen Schriftsteller, aus der constantinischen Zeit, dem Julius Firmicus Maternus ‡), erwähnt. Die Rectascensional-Unterschiede der königlichen Sterne, stellae regales, sind: $11^h 57'$ und $12^h 49'$. Die Wichtigkeit, welche man diesem Gegenstande beilegte, ist wahrscheinlich auf Ueberlieferungen aus dem Orient gegründet, welche unter den Cäsaren mit einer großen Vorliebe zur Astrologie in das römische Reich einbrangen. Eine dunkle Stelle des Hiob (9, 9), in welcher „den Kammern des Südens“ der Schenkel, d. i. das Nordgestirn des Großen Bären (der berühmte Stierchenkel auf den astronomischen Darstellungen von Dendera und in dem ägyptischen Todtenbuche) entgegengesetzt wurde, scheint ebenfalls durch 4 Sternbilder die 4 Himmelsgegenenden bezeichnen zu wollen ||).

Wenn dem Alterthum, ja dem späten Mittelalter ein großer und schöner Theil des südlichen Himmels jenseits der Gestirne von 53° südlicher Abweichung verbüllt geblieben war, so wurde die Kenntniß des Südhimmels ohngefähr hundert Jahre vor der Erfindung und Anwendung des Fernrohrs allmählig vervollständigt. Zur Zeit des Ptolemäus sah man am Horizont von Alexandrien: den Altar; die Füße des Centaur; das südliche Kreuz, zum Centaur gerechnet oder auch wohl ¶) zu Ehren des Augustus (nach Plinius) Caesaris Thronus genannt; endlich Canopus (Canobus) im Schiffe, den der Scholiast zum Germanicus **) das Ptolemaeon nennt. Im Cataloge des Almagest ist auch der Stern erster

*) Sir John Herschel, Capreise p. 17 und 102 (Nebulae and Clusters No. 3435).

†) Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 55.

‡) Julii Firmici Materni Astron. libri VIII, Basil. 1551, lib. VI cap. 1 p. 150.

§) Lepsius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 143. „Im hebräischen Texte werden genannt: Asch, der Riese (Orion?), das Vielgestirn (die Plejaden, Gemut?) und die Kammern des Südens. Die Siebzig übersezen: δ ποικύλ Μελάδα καὶ Ἑσπερον καὶ Ἀρκτοῦρον καὶ ταμεῖα νότον.“

¶) J. B. Eker, Sternnamen S. 295.

**) Martianus Capella verwandelt das Ptolemaeon in Ptolemaeus; beide Namen waren von den Schmeichlern am ägyptischen Königshofe erlitten. Amerigo Vesputci glaubt drei Canopen gesehen zu haben, deren einer ganz dunkel (fossco) war; Canopus ingens et niger, sagt die lateinische Uebersetzung: gewiß einer der schwarzen Kohlenfäcke (Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. V. p. 227–229). In den oben angeführten Elem. chronol. et astron. von El-Fergani (p. 100) wird erzählt, daß die christlichen Pilgrime den Sobel der Araber (Canopus) den Stern der heil. Catharina zu nennen pflegen, weil sie die Freude haben, ihn zu sehen und als Reistern zu bewundern, wenn sie von Gaza nach dem Berg Sinai wandern. In einer schönen Episode des ältesten Helandgebichts der indischen Vorzeit, des Ramayana, werden die dem Südpol näheren Gestirne aus einem son-

in die Gangesländer eingewanderten brahmanischen Indier von dem 30sten Grade nördl. Breite an weiter in die Tropenländer vordrangen und dort die Urbewohner unterjochten, sahen sie, gegen Ceylon vorschreitend, ihnen unbekannte Gestirne am Horizonte aufsteigen. Nach alter Sitte vereinigen sie dieselben zu neuen Sternbildern. Eine frühe Dichtung ließ die später erblickten Gestirne später erschaffen werden durch die Wunderkraft des Wiswamitra. Dieser bedrohte „die alten Götter, mit seiner sternreicheren südlichen Hemisphäre die nördliche zu überbieten.“ (A. W. von Schlegel in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. S. 240.) Wenn in dieser indischen Mythie das Erschaun wandernder Völker über den Anblick neuer Himmelsgefilde sinnig bezeichnet wird (ber berühmte spanische Dichter Garcilaso de la Vega sagt von den Reisenden: sie wechseln gleichzeitig Land und Sterne, mudan do pays y de estrellas); so wird man lebhaft an den Eindruck erinnert, welchen an einem bestimmten Punkte der Erde das Erscheinen (Aufsteigen am Horizont) bisher ungesehener großer Sterne, wie der in den Füßen des Centaur, im südlichen Kreuze, im Erbanus oder im Schiffe, und das völlige Verschwinden der lange heimathlichen auch in den rohesten Völkern erweckt haben muß. Die Fixsterne kommen zu uns und entfernen sich wieder durch das Vordrücken der Nachtgleichen. Wir haben an einem anderen Orte daran erinnert, daß das südliche Kreuz in unseren baltischen Ländern bereits 7° hoch am Horizonte leuchtete 2900 Jahre vor unserer Zeitrechnung, also zu einer Zeit, wo die großen Pyramiden Aegyptens 3. Buch I. S. 74, Buch II. S. 347). „Canopus sann dagegen nie in Berlin sichtbar gewesen sein, da

Größe, der letzte im Flusse Eridanus (arabisch achir el-nahr), Achnar, aufgeführt, ob er gleich 9° unter dem Horizont war. Eine Nachricht von der Existenz dieses Sternes war also dem Ptolemäus aus südlicheren Schiffahrten im rothen Meere oder zwischen Ocelis und dem malabariſchen Stapelplaz Muziris *) zugeführt worden. Die Vervollkommnung der Nautik führte längs der westlichen afrikanischen Küste allerdings schon 1484 Diego Cam in Begleitung von Martin Behaim, 1487 Bartolomäus Diaz, 1497 Gama auf der Fahrt nach Ostindien weit über den Aequator hinaus und in die antarktischen Gewässer bis 35° südlicher Breite; aber die erste specielle Beachtung der großen Gestrirne und Nebelflecke, die Beschreibung der Magellanischen Wolken und der Kohlenfäcke, ja der Ruf von den „Wundern des im Mittelmeere nicht gesehenen Himmels,“ gehört der Epoche von Vincent Janes Pinzon, Amerigo Vespucci und Andrea Corjoli zwischen 1500 und 1515 an. Sternabstände am südlichen Himmel wurden am Ende des 16ten Jahrhunderts und im Anfang des 17ten gemessen †).

In der Vertheilung der Firsterne an dem Himmelsgewölbe hat man erst angefangen gewisse Geseze relativer Verdichtung zu erkennen, seitdem William Herschel im Jahr 1785 auf den glücklichen Gedanken verfiel die Zahl der Sterne in demselben Gesichtsfelde von 15' Durchmesser in seinem 20füßigen Spiegelteloscop in verschiedenen Höhen und Richtungen zu schätzen. Dieser mühevollen Methode der Nüchungen (franz. jauges, engl. process of gauging the Heavens, star-gauges) ist in diesem Werke schon mehrmals gedacht worden. Das Gesichtsfeld umfaßte jedesmal nur $\frac{1}{33000}$ des ganzen Himmels; und solche Nüchungen über die ganze Sphäre würden, nach einer Bemerkung von Struve, an 83 Jahre ‡) dauern. Man muß bei den Untersuchungen über die partielle Vertheilung der Gestrirne besonders die Größenclasse, zu der sie photometrisch gehören, in Anschlag bringen. Wenn man bei den hellen Sternen der ersten 3 oder 4 Größenklassen stehen bleibt, so findet man diese im ganzen ziemlich gleichförmig ||) vertheilt, doch örtlich in der südlichen Hemisphäre von ϵ des Drion bis α des Kreuzes vorzugsweise in eine prachtvolle Zone in der Richtung eines größten Kreises zusammengedrängt. Das so verschiedene Urtheil, welches von Reisenden über die relative Schönheit des südlichen und nördlichen Himmels gefällt wird, hängt, wie ich glaube, oft nur von dem Umstande ab, daß einige der Beobachter die südlichen Regionen zu einer Zeit besucht haben, in welcher der schönste Theil der Constellationen bei Tage culminirt. Durch die Nüchungen beider Herschel an dem nördlichen und südlichen Himmelsgewölbe ergibt sich, daß die Firsterne von der 5ten und 6ten Ordnung herab bis unter die 10te und 15te Größe (besonders also die telescopischen) an Dichtigkeit regelmäßig zunehmen, je nachdem man sich den Dingen der Milchstraße (δ γαλαξίας κόλπος) nähert; daß es demnach Pole des Stern-Reichthums und Pole der Stern-Armuth giebt, letztere rechtwinklig der Hauptaxe der Milchstraße. Die Dichte des Sternlichts ist am kleinsten in den Polen des galactischen Kreises; sie nimmt aber zu, erst langsam und dann schneller und schneller, von allen Seiten mit der galactischen Polar-Distanz.

Durch eine scharfsinnige und sorgfältige Behandlung der Resultate der vorhandenen Nüchungen findet Struve, daß, im Mittel, im Inneren der Milchstraße 29,4mal (fast 30mal) so viel Sterne liegen als in den Regionen, welche die Pole der Milchstraße umgeben. Bei nördlichen galactischen Polar-Distanzen von 0°, 30°, 60°, 75° und 90° sind die Verhältnißzahlen der Sterne in einem Felde des Telescops von 15' Durchmesser: 4,15; 6,52; 17,68; 30,30 und 122,00. In der Vergleichung beider Zonen findet sich trotz großer Aehnlichkeit in dem Geseze der Zunahme des Stern-Reichthums doch wieder ein

seine Distanz vom Südpol der Elliptik nur 14° beträgt. Sie müßte 1° mehr betragen, um nur die Grenze der Sichtbarkeit für unseren Horizont zu erreichen.
*) Kosmos Buch II. S. 279.

†) Diers in Schumacher's Jabrb. für 1840 S. 249 und Kosmos Buch III. S. 442.
‡) Outlines of Astr. § 109.

absolutes Uebergewicht der Sternmenge*) auf Seiten des schöneren südlichen Himmels. — Als ich im Jahr 1843 den Ingenieur-Hauptmann Schwind freundschaftlich aufforderte mir die Vertheilung der 12148 Sterne (1^m bis 7^m inclus.), welche er auf Vessel's Anre- gung in seine Mappa coelestis eingetragen, nach Rectascensions-Verschiedenheit mitzuthei- len, fand er in 4 Gruppen:

Rectasc. von	50°—140°	Zahl der Sterne	3147
" "	140°—230°	" "	2627
" "	230°—320°	" "	3523
" "	320°—50°	" "	2851.

Diese Gruppen stimmen mit den noch genaueren Resultaten der Études stellaires überein, nach denen von Sternen 1^m bis 9^m die Maxima in Rectasc. in 6^h 40' und 18^h 40', die Minima im 1^h 30' und 13^h 30' fallen †).

Unter der zahllosen Menge von Sternen, die an dem Himmel glänzen, sind wesentlich von einander zu unterscheiden, in Hinsicht auf die muthmaßliche Gestaltung des Welt- baues und auf die Lage oder Tiefe der Schichten geballter Materie: die einzeln, sporadisch zerstreuten Firsterne; und diejenigen, welche man in abgesonderte, selbstständige Gruppen zusammengebrängt findet. Die letzteren sind Sternhaufen oder Sternschwärme, die oft viele Tausende von telescopischen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander enthalten und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, cometenartig leuch- tend, erscheinen. Das sind die nebligen Sterne des Eratosthenes ‡) und Ptolemäus, die nebulosae der Alfensinischen Tafeln von 1252 und die des Galilei, welche (wie es im Nuncijs sidereus heißt) sicut areolae sparsim per aethera subfulgent.

Die Sternhaufen selbst liegen entweder wiederum vereinzelt am Himmel; oder eng und ungleich, wie schichtenweise, zusammengebrängt, in der Milchstraße und den beiden Magellanischen Wolken. Der größte und gewiß für die Configuration der Milchstraßen-Ringe bedeutsamste Reichtum von runden Sternhaufen (globular clusters) findet sich in einer Region des südlichen Himmels ||) zwischen der Corona australis, dem Schützen, dem Schwan des Scorpions und dem Altar (RA. 16^h 45'—19^h). Aber nicht alle Sternhaufen in oder nahe der Milchstraße sind rund und kugelförmig; es giebt dort auch mehrere von unregelmäßigen Umrissen, wenig reich an Sternen und mit einem nicht sehr dichten Centrum. In vielen runden Sterngruppen sind die Sterne von gleicher Größe, in anderen sind sie sehr ungleich. In einigen seltenen Fällen zeigen sie einen schönen röth- lichen Centralstern ¶) (RA. 2^h 10', N. Decl. 56° 21'). Wie solche Weltinseln mit allen darin wimmelnden Sonnen frei und ungestört rotiren können, ist ein schwieriges Problem der Dynamik. Nebelflecke und Sternhaufen, wenn auch von den ersteren jetzt sehr allgemein angenommen wird, daß sie ebenfalls aus sehr kleinen, aber noch ferneren Ster- nen bestehen, scheinen doch in ihrer örtlichen Vertheilung verschiedenen Gesetzen unter- worfen. Die Erkenntniß dieser Gesetze wird vorzugsweise die Abhörungen über das, was man kühn den Himmelsbau zu nennen pflegt, modificiren. Auch ist die Beobachtung sehr merkwürdig, daß runde Nebelflecke sich bei gleicher Deffnung und Vergrößerung des Fernrohrs leichter in Sternhaufen auflösen als ovale**).

Von den wie in sich abgeschlossenen Systemen der Sternhaufen und Stern- schwärme begnügen wir uns hier zu nennen:

die Plejaden: gewiß den rohesten Völkern am frühesten bekannt, das Schiff=

*) A. a. D. § 795 und 796; Struve, Études d'Astr. stell. p. 66-73 auch (note 75).

†) Struve p. 59. Schwind findet in seinen Kar- ten RA. 0°-90° Sterne 2853; RA. 90°-180° Sterne 2833; RA. 180°-270° Sterne 2688; RA. 270°-360°

(bei dem Schwerdtgriff) des Persers Eratosth. Ca- tast. c. 22 p. 51 Schaubach.

||) John Herschel, Capreise § 105 p. 136.

¶) Outlines § 864-869 p. 591-596; Mädler, Astr. S. 764.

**) Capreise § 29 p. 19.

fahrt = Westirn, Pleias από τοῦ πλεῖν, wie der alte Scholiast des Aratus wohl richtiger etymologisiert als neuere Schriftsteller, die den Namen von der Fülle, von πλεος, herleiten; die Schifffahrt des Mittelmeers dauerte vom Mai bis Anfang November, vom Frühaufgange bis zum Frühuntergang der Plejaden;

die Krippe im Krebs: nach Plinius nubecula quam Praesepia vocant inter Asellos, ein νεφέλων des Pseudo-Eratosthenes;

den Sternhaufen am Schwerdt-Handgriff des Perseus, von den griechischen Astronomen oft genannt;

das Haupthaar der Berenice, wie die drei vorigen dem bloßen Auge sichtbar;

Sternhaufen in der Nähe des Arcturus (No. 1663), telescopisch; *N.A.* 13^b 34' 12", *N. Decl.* 29° 14'; mehr als tausend Sternchen 10—12ter Größe;

Sternhaufen zwischen γ und ζ Herculis: in hellen Nächten dem bloßen Auge sichtbar, im Fernrohr ein prachtvoller Gegenstand (No. 1968), mit sonderbar strahlförmig auslaufendem Rande; *N.A.* 16^a 35' 37", *N. Decl.* 36° 47'; von Halley 1714 zuerst beschrieben;

Sternhaufen bei ω des Centaur: von Halley schon 1677 beschrieben, dem bloßen Auge erscheinend wie ein cometenartiger runder Flecken, fast leuchtend als ein Stern 4^m—5^m; in mächtigen Fernröhren erscheint er aus zahllosen Sternchen 13ter bis 15ter Größe zusammengesetzt, welche sich gegen die Mitte verdichten; *N.A.* 13^b 16' 38", *südl. Decl.* 46° 35'; in Sir John Herschel's Catalog der Sternhaufen des südlichen Himmels No. 3504, im Durchmesser 15' (Capreise p. 21 und 105, *Outl. of Astr.* p. 595);

Sternhaufen bei α des südlichen Kreuzes (No. 3435): zusammengesetzt aus vielfarbigen Sternchen 12—16ter Größe, welche auf eine Area von $\frac{1}{16}$ eines Quadratgrades vertheilt sind; nach Lacaille ein Nebelstern, aber durch Sir John Herschel so vollständig aufgelöst, daß gar kein Nebel übrig blieb; der Centralstern gesättigt roth (Capreise p. 17 und 102 Pl. I fig. 2);

Sternhaufen 47 Toucani Bode; No. 2322 des Catalogs von Sir John Herschel, eines der merkwürdigsten Objecte des südlichen Himmels. Es hat dasselbe auch mich einige Nächte cometenartig getäuscht, als ich zuerst nach Peru kam und es unter 12° südlicher Breite sich höher über den Horizont erheben sah. Die Sichtbarkeit für das unbewaffnete Auge ist um so größer, als der Sternhaufen des Toucan, von 15' bis 20' Durchmesser, zwar der kleinen Magellanischen Wolke nahe, aber auf einer ganz sternleeren Stelle steht. Er ist im Inneren blaß rosenroth, concentrisch mit einem weißen Rande umgeben, aus Sternchen (14^m bis 16^m) und zwar von gleicher Größe zusammengesetzt, alle Kennzeichen der Kugelform körperlich darbietend *).

Sternhaufen am Gürtel der Andromeda bei γ dieser Constellation. Die Auflösung des verhäubten Nebelflecks der Andromeda in Sternchen, von denen über 1500 erkannt worden sind, gehört zu den merkwürdigsten Entdeckungen in der beschauenden Astronomie unserer Zeit. Sie ist das Verdienst von George Bond †), Gehülfen an der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten (März 1848), und zeugt zugleich für die vortreffliche Lichtstärke des dort aufgestellten, mit einem Objectiv von 14 Pariser Zoll Durchmesser versehenen Refractors, da selbst ein Reflector von 18 Zoll Durchmesser des Spiegels „noch keine Spur von der Anwesenheit eines Sternes ahnden läßt ‡).“ Vielleicht ist der Sternhaufen in der Andromeda schon am Ende des zehnten Jahrhunderts als ein Nebel von ovaler Form aufgeführt worden; sicherer ist es aber, daß Simon Marius (Mayer aus Gungenhausen: derselbe, der auch den Farbenwechsel bei der Scintillation bemerkte ||) ihn am 15. Dec. 1612 als einen neuen, von Tycho nicht genannten, sternlosen, wundersamen Weltkörper erkannt und zuerst umständlich beschrieben hat. Ein halbes Jahrhundert später beschäftigte sich Boulliaud, der Verfasser der *Astronomia philolaica*, mit demselben Gegenstande. Was diesem Sternhaufen, der 2° $\frac{1}{2}$ Länge und über 1° Breite hat, einen besonderen Charakter giebt, sind die zwei merkwürdigen, unter sich und der Längenaxe parallelen, sehr schmalen schwarzen Streifen, welche ripartig das

*) „A stupendous object, a most magnificent globular cluster," sagt Sir John Herschel, „completely insulated, upon a ground of the sky perfectly black throughout the whole breadth of the sweep." (Capreise p. 18 und 51, Pl. III fig. 1. *Outl. of Astr.* p. 595.)

†) Bond in den *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences*, new series Vol. III. p. 75.

‡) *Outlines* § 874 p. 601.

||) Delambre, *Hist. de l'Astr. moderne* T. I.

Ganze nach Bond's Untersuchung durchsehen. Diese Gestalt erinnert lebhaft an den sonderbaren Längenriß in einem unaufgelösten Nebel der südlichen Hemisphäre, No. 3501, welchen Sir John Herschel beschrieb und abgebildet hat (Capreise p. 20 und 105 Pl. IV fig. 2).

Ich habe dieser Auswahl merkwürdiger Sternhaufen, trotz der wichtigen Entdeckungen, welche wir dem Lord Rosse und seinem Riesen-Reflector zu verdanken haben, den großen Nebel im Gürtel des Orion noch nicht beigelegt, da es mir geeigneter zu sein scheint von den in demselben bereits aufgelösten Theilen in dem Abschnitt von den Nebelflecken zu handeln.

Die größte Anhäufung von Sternhaufen, keinesweges von Nebelflecken, findet sich in der Milchstraße*) (Galaxias, dem Himmels-Flusse†) der Araber, welche fast einen größten Kreis der Sphäre bildet und gegen den Aequator unter einem Winkel von 63° geneigt ist. Die Pole der Milchstraße liegen: $\text{RA. } 12^{\text{h}} 47'$, nördl. Decl. 27° und $\text{RA. } 0^{\text{h}} 47'$, südlich Declination 27° ; also als Nordpol nahe dem Haupthaar der Berenice, als Südpol zwischen Phönix und Wallfisch. Wenn alle planetarischen örtlichen Verhältnisse auf die Ekliptik, auf den größten Kreis, in welchem die Ebene der Sonnenbahn die Sphäre durchschneidet, bezogen werden; so finden gleich bequem viele örtliche Beziehungen der Fixsterne (z. B. die ihrer Anhäufung oder Gruppierung) auf den fast größten Kreis der Milchstraße statt. In diesem Sinne ist dieselbe für die siderische Welt, was die Ekliptik vorzugsweise für die Planetenwelt unseres Sonnensystems ist. Die Milchstraße schneidet den Aequator im Einhorn zwischen Procyon und Sirius, $\text{RA. } 6^{\text{h}} 54'$ (für 1800), und in der linken Hand des Antinous, $\text{RA. } 19^{\text{h}} 15'$. Die Milchstraße theilt demnach die Himmelskugel in zwei etwas ungleiche Hälften, deren Areale sich ohngefähr wie 8:9 verhalten. In der kleineren Hälfte liegt der Frühlingspunkt. Die Breite der Milchstraße ist in ihrem Laufe sehr veränderlich‡). Wo sie am schmalsten und zugleich mit am glänzendsten ist, zwischen dem Vordertheil des Schiffes und dem Kreuze, dem Südpol am nächsten, hat sie kaum 3 bis 4 Grad Breite; an anderen Punkten 16° , und getheilt zwischen dem Schlangenträger und Antinous||) bis 22° . William Herschel hat bemerkt, daß, nach seinen Stern-Messungen zu urtheilen, die Milchstraße in vielen Regionen eine 6 bis 7 Grad größere Breite hat, als es uns der dem unbewaffneten Auge sichtbare Sternschimmer verkündigt¶).

Der Milchweisse der ganzen Zone hatte schon Huygens, welcher im Jahr 1656 seinen 23füßigen Refractor auf die Milchstraße richtete, den unauslöschlichen Nebel abgesprochen. Sorgfältigere Anwendung von Spiegeltelescopern der größten Dimension und Lichtstärke hat später noch sicherer erwiesen, was schon Democritus und Manilius vom alten Wege des Phaeton vermutheten, daß der milchige Lichtschimmer allein den zusammengedrängten kleinen Sternschichten, nicht aber den sparsam eingemengten Nebelflecken zuzuschreiben sei. Dieser Lichtschimmer ist derselbe an Punkten, wo alles sich vollkommen in

*) Die erste und einzige ganz vollständige Beschreibung der Milchstraße in beiden Hemisphären verdanken wir Sir John Herschel in der Capreise (Results of Astronomical Observations made during the years 1834–1838, at the Cape of Good Hope) § 316–335, und noch neuer in den Outlines of Astr. § 787–799. In dem ganzen Abschnitt des Kosmos, welcher der Richtung, der Verzweigung und dem so verschiedenartigen Inhalte der Milchstraße gewidmet ist, bin ich allein dem oben genannten Astronomen und Physiker gefolgt. (Vergl. auch Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 35–79; Mädler, Astr. 1849 § 213: Kosmos Buch I. S. 49, 75 und 158). Es bedarf hier wohl kaum der Bemerkung, daß, um nicht dem Sideren Unsicheres beizumengen, ich in der Beschreibung der Milchstraße nichts von dem benutzt habe, was ich, mit lichtschwachen Instrumenten ausgerüstet, über das so ungleichartige

Licht der ganzen Zone während meines langen Aufenthalts in der südlichen Hemisphäre in Tagebüchern niedergeschrieben hatte.

†) Die Vergleichung der getheilten Milchstraße mit einem Himmelsflusse hat die Araber veranlaßt, Theile der Constellation des Schüpen, dessen Wogen in eine sternreiche Region derselben fällt, das zur Tränke gehende Vieh zu nennen, ja den so wenig des Wasser bedürftigen Strauß darin zu finden. (Vdeler, Untersuchung über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen S. 78, 183 und 187; Niebuhr, Beschreibung von Arabien S. 112.)

‡) Outlines p. 529; Schubert, Astr. Th. III. S. 71.

||) Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 41.

¶) Kosmos Buch I. S. 75 und Anm. *).

Sterne auflöst, und zwar in Sterne, die sich auf einen schwarzen, ganz dunstfreien Grund projiciren*). Es ist im allgemeinen ein merkwürdiger Charakter der Milchstraße, daß kugelförmige Sternhaufen (globular clusters) und Nebelflecke von regelmäßiger ovaler Form in derselben gleich selten sind†): während beide in sehr großer Entfernung von der Milchstraße sich angehäuften finden; ja in den Magellanischen Wolken isolirte Sterne, kugelförmige Sternhaufen in allen Zuständen der Verdichtung, und Nebelflecke von bestimmt ovaler und von ganz unregelmäßiger Form mit einander gemengt sind. Eine merkwürdige Ausnahme von dieser Seltenheit kugelförmiger Sternhaufen in der Milchstraße bildet eine Region derselben zwischen RA. 16^h 45' und 18^h 44': zwischen dem Altar, der südlichen Krone, dem Kopf und Leibe des Schützen, und dem Schwanz des Scorpions. Zwischen ϵ und δ des letzteren liegt selbst einer der an dem südlichen Himmel so überaus seltenen ringförmigen Nebel‡). In dem Gesichtsfelde mächtiger Teleskope (und man muß sich erinnern, daß nach Schätzungen von Sir William Herschel ein 20füßiges Instrument 900, ein 40füßiges 2800 Siriusweiten eindringt) erscheint die Milchstraße eben so verschiedenartig in ihrem sideralen Inhalte, als sie sich unregelmäßig und unbestimmt in ihren Umrissen und Grenzen dem unbewaffneten Auge darstellt. Wenn in einigen Strichen sie über weite Räume die größte Einförmigkeit des Lichts und der scheinbaren Größe der Sterne darbietet, so folgen in anderen Strichen die glänzendsten Fleckchen eng zusammengedrängter Lichtpunkte, durch dunklere ||, sternarme Zwischenräume körnig oder gar nebförmig unterbrochen; ja in einigen dieser Zwischenräume, ganz im Innern der Galaxis, ist auch nicht der kleinste Stern (18^m oder 20^m) zu entdecken. Man kann sich des Gedankens nicht erwehren, daß man dort durch die ganze Sternschicht der Milchstraße wirklich durchsehe. Wenn Stern-Reichungen eben erst im telescopischen Gesichtsfelde (von 15' Durchmesser) nur 40 bis 50 Sterne als Mittelzahl gegeben haben, so folgen bald danach Gesichtsfelder mit 400 bis 500. Sterne von höherer Ordnung treten oft im feinsten Sternendünste auf, während alle mittleren Ordnungen fehlen. Was wir Sterne der niedrigsten Ordnung nennen, mögen uns nicht immer nur wegen ihres ungeheuren Abstandes als solche erscheinen, sondern auch weil sie wirklich von geringerem Volumen und geringerer Lichtentwicklung sind.

Unt die Contraste der reicheren oder ärmeren Anhäufung von Sternen, des größten oder minderen Glanzes aufzufassen, muß man Regionen bezeichnen, die sehr weit von einander entfernt liegen. Das Maximum der Anhäufung und der herrlichste Glanz findet sich zwischen dem Vordertheil des Schiffes und dem Schützen; oder, genauer gesprochen, zwischen dem Altar, dem Schwanz des Scorpions, der Hand und dem Bogen des Schützen, und dem rechten Fuß des Schlangenträgers. „Keine Gegend der ganzen Himmelsdecke gewährt mehr Mannigfaltigkeit und Pracht durch Fülle und Art der Gruppierung ¶).“ Dieser

*) „Stars standing on a clear black ground (Capreife p. 391). This remarkable belt (the milky way, when examined through powerful telescopes) is found (wonderful to relate!) to consist entirely of stars scattered by millions, like glittering dust, on the black ground of the general heavens.“ Outlines p. 182, 537 und 539.)

†) „Globular clusters, except in one region of small extent (between 16^h 45' and 19^h in R.A.), and nebulae of regular elliptic forms are comparatively rare in the Milky Way, and are found congregated in the greatest abundance in a part of the heavens the most remote possible from that circle.“ Outlines p. 614. Schon Huygens war seit 1656 auf den Mangel alles Nebels und aller Nebelflecke in der Milchstraße aufmerksam. In derselben Stelle, in welcher er die erste Entdeckung und Abbildung des großen Nebelfleckes in dem Gürtel des Orion durch einen 28füßigen Refractor (1656) erwähnt, sagt er (wie ich schon oben in Buch II. des Kosmos S. 368 Anm. ||) bemerkt): *viam lacteam*

perspicillis inspectam nullas habere nebulas; die Milchstraße sei, wie alles, was man für Nebelsterne halte, ein großer Sternhaufen. Die Stelle ist abgedruckt in Huygenii Opera varia 1724 p. 540.

‡) Capreife § 105, 107 und 328. Ueber den Nebelring No. 3686 f. p. 114.

||) „Intervals absolutely dark and completely void of any star or the smallest telescopic magnitude.“ Outlines p. 536.

¶) „No region of the heavens is fuller of objects, beautiful and remarkable in themselves, and rendered still more so by their mode of association and by the peculiar features assumed by the Milky Way which are without a parallel in any other part of its course.“ (Capreife p. 386.) Dieser so lebendige Ausdruck von Sir John Herschel stimmt ganz mit den Eindrücken überein, die ich selbst empfange. Cap. Jacob (Bombay Engineers) sagt von der Licht-Intensität der Milchstraße in der Nähe des südlichen Kreuzes mit treffender Wahrheit; such is the general blaze of

südlichen Region kommt im Maximum am nächsten an unserem nördlichen Himmel die anmuthige und sternreiche Gegend im Adler und Schwan, wo die Milchstraße sich theilt. So wie die größte Schmalheit unter den Fuß des Kreuzes fällt, so ist dagegen die Region des Minimums des Glanzes (der Verödung der Milchstraße) in der Gegend des Einhornes wie in der des Perseus.

Die Pracht der Milchstraße in der südlichen Hemisphäre wird noch durch den Umstand vermehrt, daß zwischen dem durch seine Veränderlichkeit so berühmt gewordenen Stern γ Argus und α Crucis, unter den Parallelen von 59 und 60 Grad südlicher Breite, die merkwürdige Zone sehr großer und wahrscheinlich uns sehr naher Gestirne, zu welcher die Constellationen des Orion und des Großen Hundes, des Scorpions, des Centaur und des Kreuzes gehören, die Milchstraße unter einem Winkel von 20° schneidet. Ein größter Kreis, der durch ϵ Orions und den Fuß der Kreuzes gelegt wird, bezeichnet die Richtung dieser merkwürdigen Zone. Die, man möchte sagen malerisch-landschaftliche Wirkung der Milchstraße wird in beiden Hemisphären durch ihre mehrfache Theilung erhöht. Sie bleibt obngesähr $\frac{2}{3}$ ihres Zuges hindurch ungeheilt. In der großen Bifurcation trennen sich nach Sir John Herschel die Zweige bei α Centauri *): nicht bei β Centauri, wie unsere Sternkarten angeben, oder beim Altar, wie Ptolemäus will †); sie kommen wieder zusammen im Schwan.

Um den ganzen Verlauf und die Richtung der Milchstraße mit ihren Nebenzweigen im allgemeinen übersehen zu können, geben wir hier in gedrängter Kürze eine Uebersicht, die nach der Folge der Rectascensionen geordnet ist. Durch γ und ϵ Cassiopejae hindurchgehend, sendet die Milchstraße südlich einen Zweig nach ϵ Persei, welcher sich gegen die Plejaden und Hyaden verliert. Der Hauptstrom, hier sehr schwach, geht über die Hoedi (Böckchen) im Fuhrmann, die Füße der Zwillinge, die Hörner des Taurus, das Sommer-Solstitium der Elliptik und die Keule des Orion nach $6^\circ 54'$ N. (für 1800), den Aequator an dem Halse des Einhornes schneidend. Von hier an nimmt die Helligkeit beträchtlich zu. Am Hintertheil des Schiffes geht ein Zweig südlich ab bis γ Argus, wo derselbe plötzlich abbricht. Der Hauptstrom setzt fort bis 33° südl. Decl., wo er, fächerförmig zertheilt (20° breit), ebenfalls abbricht, so daß in der Linie von γ nach λ Argus sich eine weite Lücke in der Milchstraße zeigt. In ähnlicher Ausbreitung beginnt letztere nachher wieder, verengt sich aber an den Hinterfüßen des Centauren und vor dem Eintritte in das südliche Kreuz, wo sie ihren schmalsten Streifen von nur 3° oder 4° Breite bildet. Bald darauf dehnt sich der Lichtweg wieder zu einer hellen und breiten Masse aus, die β Centauri wie α und β Crucis einschließt und in deren Mitte der schwarze birnförmige Kohlenfack liegt, dessen ich im 7ten Abschnitt näher erwähnen werde. In dieser merkwürdigen Region, etwas unterhalb des Kohlenfackes, ist die Milchstraße dem Südpol am nächsten.

Bei α Centauri tritt die schon oben berührte Haupttheilung ein: eine Bifurcation, welche sich nach den älteren Ansichten bis zu dem Sternbild des Schwanes erhält. Zuerst, von α Centauri aus gerechnet, geht ein schmaler Zweig nördlich nach dem Wolf hinwärts, wo er sich verliert; dann zeigt sich eine Theilung beim Winkelmaaß (bei γ Normae). Der nördliche Zweig bildet unregelmäßige Formen bis in die Gegend des Fußes des Schlangenträgers, wo er ganz verschwindet; der südlichste Zweig wird jetzt der Hauptstrom, und geht durch den Altar und den Schwanz des Scorpions nach dem Bogen des Schützen, wo er in

star-light near the Cross from that part of the sky, that a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon. S. Piazzi Smith on the Orbit of α Cent. in den Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI p. 445.

*) Outlines 2 780 und 791, Capreise 2 325.
†) *Almagest* lib. VIII cap. 2 (T. II. p. 84 und 90 Salma). Die Beschreibung des Ptolemäus ist in einzelnen Theilen vortreflich, besonders verglichen mit der Behandlung der Milchstraße in *Aristot. Meteor.* lib. I p. 29 und 34 nach Zeller's Ausgabe.

276° Länge die Ekliptik durchschneidet. Weiterhin erkennt man ihn aber in unterbrochener, fiediger Gestalt, fortlaufend durch den Adler, den Pfeil und den Fuchs bis zum Schwan. Hier beginnt eine sehr unregelmäßige Gegend: wo zwischen ϵ , α und γ Cygni eine breite, dunkle Leere sich zeigt, die Sir John Herschel*) mit dem Kohlenack im südlichen Kreuze vergleicht und die wie ein Centrum bildet, von welchem drei partielle Ströme ausgehen. Einer derselben, von größerer Lichtstärke, kann gleichsam rückwärts über β Cygni und δ Aquilae verfolgt werden, jedoch ohne sich mit dem bereits oben erwähnten, bis zum Fuß des Ophiuchus gehenden, Zweige zu vereinigen. Ein beträchtlicher Ansaß der Milchstraße dehnt sich außerdem noch vom Kopfe des Cepheus, also in der Nähe der Cassiopeja, von welcher Constellation an wir die Schilderung der Milchstraße begonnen haben, nach dem Kleinen Bären und dem Nordpol hin aus.

Bei den außerordentlichen Fortschritten, welche durch Anwendung großer Telescope allmählig die Kenntniß von dem Stern-Inhalte und der Verschiedenheit der Licht-Concentration in einzelnen Theilen der Milchstraße gemacht hat, sind an die Stelle bloß optischer Projections-Ansichten mehr physikalische Gestaltungs-Ansichten getreten. Thomas Wright†) von Durham, Kant, Lambert und zuerst auch William Herschel waren geneigt, die Gestaltung der Milchstraße und die scheinbare Anhäufung der Sterne in derselben als eine Folge der abgeplatteten Gestalt und ungleichen Dimensionen der Weltinsel (Sternschicht) zu betrachten, in welche unser Sonnensystem eingeschlossen ist. Die Hypothese von der gleichen Größe und gleichartigen Vertheilung der Fixsterne ist neuerdings vielseitig erschüttert worden. Der kühne und geistreiche Erforscher des Himmels, William Herschel, hat sich in seinen letzten Arbeiten‡) für die Annahme eines Ringes von Sternen entschieden, die er in seiner schönen Abhandlung vom Jahre 1784 bestritt. Die neuesten Beobachtungen haben die Hypothese von einem System von einander absteigender concentrischer Ringe begünstigt. Die Dichte dieser Sternringe scheint sehr ungleich; und die einzelnen Schichten, deren vereinten, stärkeren oder schwächeren, Lichtglanz wir empfangen, liegen gewiß in sehr verschiedenen Höhen, d. h. in verschiedenen Entfernungen von uns: aber die relative Helligkeit der einzelnen Sterne, die wir von 10ter bis 16ter Größe schätzen, kann nicht in der Art als maassgebend für die Entfernung betrachtet werden, daß man befriedigend den Radius der Abstandesphäre numerisch||) daraus bestimmen könnte.

In vielen Gegenden der Milchstraße genügt die raumdurchbringende Kraft der Instrumente ganze Sternwolken aufzulösen und die einzelnen Lichtpunkte auf die dunkle, sternlose Himmelsluft projicirt zu sehen. Wir blicken dann wirklich durch wie ins Freie. „It leads us,” sagt Sir John Herschel, „irresistibly to the conclusion, that in these regions we see fairly through the starry stratum ¶).“ In anderen Gegenden sieht man wie durch Oeffnungen und Spalten, sei es auf ferne Weltinseln oder weit auslaufende Zweige des Ring-Systems; in noch anderen ist die Milchstraße bisher unergründlich (fathomless, insondable) geblieben, selbst für das 40füßige Telescop**). Untersuchungen über die un-

*) Outlines p. 531. Auch zwischen α und γ der Cassiopeja ist ein auffallend dunkler Flecken dem Contraste der leuchtenden Umgebung zugeschrieben; s. Struve, Etudes stell. note 85.

†) Einen Auszug aus dem so seltenen Werke des Thomas Wright von Durham (Theory of the Universe, London 1750) hat Morgan gegeben in dem Philos. Magazine Ser. III. No. 32 p. 241. Thomas Wright, auf dessen Bestrebungen Kant's und William Herschel's starrreiche Speculationen über die Gestaltung unserer Sternschicht die Aufmerksamkeit der Astronomen seit dem Anfang dieses Jahrhunderts so bleibend gefest haben, beobachtete selbst nur mit einem Reflector von 1 Fuß Focallänge.

‡) Pfaff in Will. Herschel's samml. Schriften Bd. I. (1826) S. 78–81; Struve, Etudes stell. p. 35–44.

||) Ende in Schumacher's Astr. Nachr. No. 622 (1847) S. 341–346.

¶) Outlines p. 536. Auf der nächstfolgenden Seite heist es über denselben Gegenstand: „In such cases it is equally impossible not to perceive that we are looking through a sheet of stars of no great thickness compared with the distance which separates them from us.“

**) Struve, Etudes stell. p. 63. Bisweilen erreichen die größten Fernröhre einen solchen Raum der Himmelsluft, in welchem das Dasein einer in weiter Ferne aufglühenden Sternschicht sich nur durch ein „getüpfeltes, gleichsam lichtgeflecktes“ Aussehen verkündigt (by a uniform dotting or stippling of the field of view). S. in der Capreise p. 390 den Abschnitt: „on some indications of very remote telescopic branches of the Milky Way, or of an independent

gleichartige Licht-Intensität der Milchstraße wie über die Größenordnungen der Sterne, welche von den Polen der Milchstraße zu ihr selbst hin an Menge regelmäßig zunehmen (die Zunahme wird vorzugsweise 30° auf jeder Seite der Milchstraße in Sternen unterhalb der 11ten Größe *), also in $16/17$ aller Sterne, bemerkt), haben den neuesten Erforscher der südlichen Himmelsphäre zu merkwürdigen Ansichten und wahrscheinlichen Resultaten über die Gestalt des galactischen Ring-Systems und über das geleitet, was man kühn die Stelle der Sonne in der Weltinsel nennt, welcher jenes Ring-System angehört. Der Standort, den man der Sonne anweist, ist excentrisch: vermuthlich da, wo eine Nebenschicht sich von dem Hauptringe abzweigt †) in einer der verödeten Regionen, die dem südlichen Kreuze näher liegt als dem entgegengesetzten Knoten der Milchstraße ‡). „Die Tiefe, zu der unser Sonnensystem in das Stern-Stratum, welches die Milchstraße bildet, eingetaucht liegt, soll dazu (von der südlichen Grenz-Oberfläche an gerechnet) dem Abstände oder Lichtwege von Sternen der 9ten und 10ten, nicht der 11ten Größe gleich sein ||).“ Wo, der eigenthümlichen Natur gewisser Probleme nach, Messungen und unmittelbare sinnliche Wahrnehmungen fehlen, ruht nur wie ein Dämmerlicht auf Resultaten, zu welchen, ahnungsvoll getrieben, die geistige Anschauung sich erhebt.

V.

Neu erschienene und verschwundene Sterne. — Veränderliche Sterne in gemessenen, wiederkehrenden Perioden. — Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, bei denen die Periodicität noch unerforscht ist.

Neue Sterne. — Das Erscheinen vorher nicht gesehener Sterne an der Himmelsdecke, besonders wenn es ein plötzliches Erscheinen von stark funkelnden Sternen erster Größe ist, hat von je her als eine Begebenheit in den Welträumen Erstaunen erregt. Es ist dies Erstaunen um so größer, als eine solche Naturbegebenheit, ein auf einmal Sichtbar-Werden dessen, was vorher sich unserem Blicke entzog, aber deshalb doch als vorhanden gedacht wird, zu den allerseeltensten Erscheinungen gehört. In den drei Jahrhunderten von 1500 bis 1800 sind 42 den Bewohnern der nördlichen Hemisphäre mit unbewaffnetem Auge sichtbare Cometen erschienen, also im Durchschnitt in hundert Jahren vierzehn, während für dieselben drei Jahrhunderte nur 8 neue Sterne beobachtet wurden. Die Seltenheit der letzteren wird noch auffallender, wenn man größere Perioden umfaßt. Von der in der Geschichte der Astronomie wichtigen Epoche der Vollendung der Alphonsinischen Tafeln an bis zum Zeitalter von William Herschel, von 1252 bis 1800 zählt man der sichtbaren Cometen ohngefähr 63, der neuen Sterne wieder nur 9; also für die Zeit, in welcher man in europäischen Culturländern auf eine ziemlich genaue Aufzählung rechnen kann, ergiebt sich das Verhältniß der neuen Sterne zu den ebenfalls mit bloßen Augen sichtbaren Cometen wie 1 zu 7. Wir werden bald zeigen, daß, wenn man die nach den Verzeichnissen des Ma-tuan-lin in China beobachteten neu erschienenen Sterne sorgfältig von den sich schweiflos bewegenden Cometen trennt und bis anderthalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung hinaufsteigt, in fast 2000 Jahren in allem kaum 20 bis 22 solcher Erscheinungen mit einiger Sicherheit aufgeführt werden können.

sidereal System, or Systems, bearing a resemblance to such branches."

*) Capreife § 314.

†) Sir William Herschel in den Philos. Transact. for 1785 p. 21; Sir John Herschel, Capreife § 293. (Vergl. auch Struve, Deser. de l'Observatoire de Poulkova 1845 p. 267-271.)

‡) „I think," sagt Sir John Herschel, „it is impossible to view this splendid zone from a Centauri to the Cross without an impression, amounting al-

most to conviction, that the milky way is not a mere stratum, but annular; or at least that our system is placed within one of the poorer or almost vacant parts of its general mass, and that eccentrically, so as to be much nearer to the region about the Cross than to that diametrically opposite to it." (Mary Somerville on the connexion of the physical sciences 1846 p. 419.)

||) Capreife § 315.

Ehe wir zu allgemeinen Betrachtungen übergehen, scheint es mir am geeignetsten, durch die Erzählung eines Augenzeugen, und bei einem einzelnen Beispiele verweilend, die Lebendigkeit des Eindrucks zu schildern, welchen der Anblick eines neuen Sternes hervorbringt. Als ich, sagt Tycho Brahe, von meinen Reisen in Deutschland nach den dänischen Inseln zurückkehrte, verweilte ich (*ut aulicae vitae fastidium lenirem*) in dem anmuthig gelegenen ehemaligen Kloster Herrrihwadt bei meinem Onkel Steno Bille, und hatte die Gewohnheit erst am Abend mein chemisches Laboratorium zu verlassen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe am Zenith in der Cassiopea einen strahlenden Firstern von nie gesehener Größe. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, daß es keine Täuschung sei, und um das Zeugniß Anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden Landleute, ob sie den plötzlich auslobernden Stern eben so sähen als ich. Später habe ich erfahren, daß in Deutschland Fuhrleute und „anderes gemeines Volk“ die Astronomen erst auf die große Erscheinung am Himmel aufmerksam machten, „was dann (wie bei den nicht vorher angekündigten Cometen) die gewohnten Schmähungen auf gelehrte Männer erneuerte.“

„Den neuen Stern,“ fährt Tycho fort, „sah ich ohne Schweif, von keinem Nebel umgeben, allen anderen Firsternen völlig gleich, nur noch stärker funkelnd als Sterne erster Größe. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Veler und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleich setzen, wenn sie der Erde am nächsten steht (wo dann nur ihr vierter Theil erleuchtet ist). Menschen, die mit scharfen Augen begabt sind, erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage selbst in der Mittagsstunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle anderen Sterne verschleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mäßiger Dichte (*nubus non admodum densas*) gesehen. Abstände von anderen nahen Sternen der Cassiopea, die ich im ganzen folgenden Jahre mit vieler Sorgfalt maß, überzeugten mich von seiner völligen Unbeweglichkeit. Bereits im December 1572 fing die Lichtstärke an abzunehmen, der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Januar 1573 war er minder hell als Jupiter. Fortgesetzte photometrische Schätzungen gaben für Februar und März Gleichheit mit Sternen erster Ordnung (*stellarum affixarum primi honoris*; denn Tycho scheint den Ausdruck des Manilius, *stellae fixae*, nie gebrauchen zu wollen); für April und Mai Lichtglanz von Sternen 2ter, für Julius und August 3ter, für October und November 4ter Größe. Gegen den Monat November war der neue Stern nicht heller als der 11te im unteren Theil der Stuhllehne der Cassiopea. Der Uebergang zur 5ten und 6ten Größe fand vom December 1573 bis Februar 1574 statt. Im folgenden Monat verschwand der neue Stern, nachdem er 17 Monate lang geleuchtet, spurlos für das bloße Auge.“ (Das Fernrohr wurde erst 37 Jahre später erfunden.)

Der allmälige Verlust der Leuchtkraft des Sternes war dazu überaus regelmäßig, ohne (wie bei η Argus, einem freilich nicht neu zu nennenden Sterne in unseren Tagen der Fall ist) durch mehrmalige Perioden des Wiederaufloderns, durch eine Vermehrung der Lichtstärke, unterbrochen zu werden. Wie die Helligkeit, so veränderte sich auch die Farbe, was später zu vielen irrigen Schlüssen über die Geschwindigkeit farbiger Strahlen auf ihrem Wege durch die Welträume Anlaß gegeben hat. Bei seinem ersten Erscheinen, so lange er den Lichtglanz der Venus und des Jupiter hatte, war er 2 Monate lang weiß; dann glug er durch die gelbe Farbe in die rothe über. Im Frühjahr 1573 vergleicht ihn Tycho mit Mars, dann findet er ihn fast mit der rechten Schulter des Orion (mit Betelgeuze) vergleichbar. Am meisten glich seine Farbe der rothen Färbung des Aldebaran. Im Frühjahr 1573, besonders im Mai, kehrte die weißliche Farbe zurück (*albedinem quandam sublividam inducat, qualis Saturni stellae subesse videtur*). So blieb er im Januar 1574 fünfter Größe und weiß, doch mit einer mehr getrübbten Weiße und

im Verhältniß zur Lichtschwäche auffallend stark funkelnd, bis zum allmähigen völligen Verschwinden im Monat März 1574.

Die Umständlichkeit dieser Angaben *) beweist schon den Einfluß, welchen das Naturphänomen in einer für die Astronomie so glänzenden Epoche auf Anregung der wichtigsten Fragen ausüben mußte. Da (trotz der oben geschilderten allgemeinen Seltenheit der neuen Sterne) Erscheinungen derselben Art sich, zufällig in den kurzen Zeitraum von 32 Jahren zusammengedrängt, für europäische Astronomen dreimal wiederholten, so wurde die Anregung um so lebhafter. Man erkannte mehr und mehr die Wichtigkeit der Sternataloge, um der Neuheit des auslodernen Gestirns gewiß zu sein; man discutirte die Periodicität †) (das Wiedererscheinen nach vielen Jahrhunderten): ja Tycho stellte kühn eine Theorie über die Bildungs- und Gestaltungsprocesse der Sterne aus kosmischem Nebel auf, welche viel Analogie mit der des großen William Herschel hat. Er glaubt, daß der dunstförmige, in seiner Verdichtung leuchtende Himmelsstoff sich zu Fixsternen ballt: Caeli materiam tenuissimam, ubique nostro visui et Planetarum circuitibus perviam, in unum globum condensatam, stellam effingere. Dieser überall verbreitete Himmelsstoff habe schon eine gewisse Verdichtung in der Milchstraße, die in einem milden Silberlichte aufdammere. Deshalb stehe der neue Stern, wie die, welche in den Jahren 945 und 1264 ausloderten, am Rande der Milchstraße selbst (quo factum est quod nova stella in ipso Galaxiae margine constiterit); man glaube sogar noch die Stelle (die Deffnung, hiatus) zu erkennen, wo der neblige Himmelsstoff der Milchstraße entzogen worden sei ‡). Alles dies erinnert an den Uebergang des kosmischen Nebels in Sternschwärme, an die haufenbildende Kraft, an die Concentration zu einem Central kern, an die Hypothesen über die stufenweise Entwicklung des Starren aus dem dunstförmig Flüssigen, welche im Anfang des 19ten Jahrhunderts zur Geltung kamen, jetzt aber, nach ewig wechselnden Schwankungen in der Gedankenwelt, vielfach neuem Zweifel unterworfen werden.

Zu den neu erschienenen kurzzeitigen Sternen (temporary stars) kann man mit ungleicher Gewißheit folgende rechnen, die ich nach den Epochen des ersten Ausloderns geordnet habe:

- a) 134 vor Chr. im Scorpion,
- b) 123 nach Chr. im Dphiuchus,
- c) 173 im Centaur,
- d) 369?
- e) 386 im Schützen,
- f) 389 im Adler,
- g) 393 im Scorpion,
- h) 827? im Scorpion
- i) 945 zwischen Cepheus und Cassiopea,
- k) 1012 im Widder,
- l) 1203 im Scorpion,

- m) 1230 im Dphiuchus,
- n) 1264 zwischen Cepheus und Cassiopea,
- o) 1572 in der Cassiopea
- p) 1578,
- q) 1584 im Scorpion,
- r) 1600 im Schwan,
- s) 1604 im Dphiuchus,
- t) 1609,
- u) 1670 im Fuchs,
- v) 1848 im Dphiuchus.

*) De admiranda Nova Stella anno 1572 exorta, in Tychonis Brahe Astronomiae instauratae Progygnasmata 1603 p. 298–304 und 578. Ich bin in dem Texte ganz der Erzählung gefolgt, welche Tycho selbst giebt. Der sehr unwichtigen, aber in vielen astronomischen Schriften wiederholten Behauptung, daß Tycho zuerst durch einen Zusammenlauf von Landvögel auf die Erscheinung des neuen Sterns aufmerksam gemacht wurde, dürfte daher hier nicht gedacht werden.

†) Cordanus in seinem Streite mit Tycho stieg bis zu dem Stern der Maaijer hinauf, welcher mit dem Stern von 1572 identisch sein sollte. Ideler glaubt nach seinen Conjunctions-Berechnungen des Saturn mit dem Jupiter, und nach gleichen Vermuthungen, die Ideler bei dem Erscheinen des neuen Sterns im Schlangenträger von 1604 ausgesprochen; daß der Stern der

Reisen aus dem Morgenlande, wegen der häufigen Verwechslung von *ἀστὴρ* und *ἀστρον*, nicht ein einzelner großer Stern, sondern eine merkwürdige Gestirnsstellung, die große Annäherung zweier hellglänzenden Planeten zu weniger als einer Mondbreite, gewesen sei. (Vergl. Tychonis Progygnasmata p. 324–330 mit Ideler, Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie Bd. II. S. 399–47.)

‡) Progygn. p. 324–330. Tycho gründet sich in seiner Theorie der neuen Sternbildung aus dem kosmischen Nebel der Milchstraße auch auf die merkwürdigen Stellen des Aristoteles über den Verkehr der Cometenstöße (der dunstförmigen Ausstrahlungen der Cometenkerne) mit dem Galaxias, deren ich oben erwähnte (Ross's Buch I. S. 49 und Anm. †).

Erläuterungen:

a) Erste Erscheinung, Julius 134 vor dem Anfang unserer Zeitrechnung, aus chinesischen Verzeichnissen des Ma-tuan=lin, deren Bearbeitung wir dem sprachgelehrten Eduard Biot verdanken (*Connaissance des temps pour l'an 1846* p. 61); zwischen β und ρ des Scorpions. Unter den außerordentlichen, fremdartig aussehenden Gestirnen dieser Verzeichnisse, welche auch Gast-Sterne (*étoiles hôtes*, ke-sing, gleichsam Fremdlinge von sonderbarer Physiognomie) genannt und von den mit Schweifen versehenen Cometen durch die Beobachter selbst gesondert worden sind, finden sich allerdings unbewegliche neue Sterne mit einigen ungeschwänzten fortschreitenden Cometen vermischt; aber in der Angabe der Bewegung (Ke-sing von 1092, 1181 und 1458) und in der Nicht-Angabe der Bewegung, wie in dem gelegentlichen Zusatz: „der Ke-sing löste sich auf“ (und verschwand), liegt ein wichtiges, wenn gleich nicht untrügliches Criterium. Auch ist wohl hier an das so schwache, nie funkelnde, milchstrahlende Licht des Kopfs aller geschweiften und ungeschweiften Cometen zu erinnern, während die Licht-Intensität der chinesischen sogenannten außerordentlichen (fremdartigen) Sterne mit der der Venus verglichen wird: was auf die Cometenatur überhaupt und insbesondere auf die der ungeschweiften Cometen gar nicht paßt. Der unter der alten Dynastie Han (134 vor Chr.) erschienene Stern könnte, wie Sir John Herschel bemerkt, der neue Stern des Hipparch sein, welcher nach der Aussage des Plinius ihn zu seinem Sternverzeichnis veranlaßt haben soll. De-Iambre nennt die Angabe zweimal eine Fabel, „une historiette“ (*Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 290* und *Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 186*). Da nach des Ptolemäus ausdrücklicher Aussage (*Almag. VII, 2 p. 13* Halma) Hipparch's Verzeichniß an das Jahr 128 vor unserer Zeitrechnung geknüpft ist und Hipparch (wie ich schon an einem anderen Orte gesagt) in Rhodos und vielleicht auch in Alexandrien zwischen dem J. 162 und 127 vor Chr. beobachtete, so steht der Conjectur nichts entgegen; es ist sehr denkbar, daß der große Astronom von Nicæa viel früher beobachtete, ehe er auf den Vorschlag geleitet wurde, einen wirklichen Catalog anzufertigen. Des Plinius Ausdruck „*suo aevo genita*“ bezieht sich auf die ganze Lebenszeit. Als der Tycho'sche Stern 1572 erschien, wurde viel über die Frage gestritten, ob Hipparch's Stern zu den neuen Sternen oder zu den Cometen ohne Schweif gerechnet werden sollte. Tycho war der ersten Meinung (*Progygn. p. 310—325*). Die Worte „*ejusque motu ad dubitationem adductus*“ könnten allerdings auf einen schwach- oder ungeschweiften Cometen leiten, aber die rhetorische Sprache des Plinius erlaubt jegliche Unbestimmtheit des Ausdrucks.

b) Eine chinesische Angabe: im December 123 nach dem Anfang unserer Zeitrechnung, zwischen α Hero. und α Ophiuchi; Ed. Biot aus Ma-tuan=lin. (Auch unter Hadrian um das Jahr 130 soll ein neuer Stern erschienen sein.)

c) Ein sonderbarer, sehr großer Stern, wieder aus dem Ma-tuan=lin, wie die nächstfolgenden drei. Es erschien derselbe am 10. Dec. 173 zwischen α und β des Centaur, und verschwand nach acht Monaten, als er nach einander die fünf Farben gezeigt. Eduard Biot sagt in seiner Uebersetzung successivement. Ein solcher Ausdruck würde fast auf eine Reihe von Färbungen wie im oben beschriebenen Tycho'schen neuen Sterne leiten; aber Sir John Herschel hält ihn richtiger für die Bezeichnung eines farbigen Funkelns (*Outlines p. 563*): wie Arago einen fast ähnlichen Ausdruck Kepler's, für den neuen Stern (1604) im Schlangenträger gebraucht, auf gleiche Weise deutet (*Annuaire pour 1842 p. 347*).

d) Dauer des Leuchtens vom März bis August im Jahr 369.

e) Zwischen λ und γ des Schützen. Im chinesischen Verzeichniß ist diesmal noch ausdrücklich bemerkt, „wo der Stern verblieb (d. h. ohne Bewegung) von April bis Julius 386.“

f) Ein neuer Stern nahe bei α des Adlers, auslöchernd mit der Helligkeit der Venus zur Zeit des Kaisers Honorius, im Jahr 389: wie Cuspinianus, der ihn selbst gesehen, erzählt. Er verschwand spurlos drei Wochen später*).

g) März 393, wieder im Scorpion und zwar im Schwanz dieses Gestirns; aus Ma-tuan=lin's Verzeichniß.

h) Das Jahr 827 ist zweifelhaft; sicherer ist die Epoche der ersten Hälfte des 9ten Jahr-

*) Andere Angaben setzen die Erscheinung in die Jahre 388 oder 398; Jacques Cassini, *Eléments d'Astronomie* 1740 (*Etoiles nouvelles*) p. 59.

hundert, in welcher unter der Regierung des Chalifen Al-Mamun die beiden berühmten arabischen Astronomen Haly und Giasar Ben-Mohammed Albumazar zu Babylon einen neuen Stern beobachteten, „dessen Licht dem des Mondes in seinen Vierteln geglichen“ haben soll! Diese Naturbegebenheit fand wieder statt im Scorpion. Der Stern verschwand schon nach einem Zeitraum von vier Monaten.

i) Die Erscheinung dieses Sternes, welcher unter dem Kaiser Otto dem Großen im Jahr 945 aufgestrahlt sein soll, wie die des Sternes von 1264, beruhen auf dem alleinigen Zeugniß des böhmischen Astronomen Coprianus Leovitius, der seine Nachrichten aus einer handschriftlichen Chronik geschöpft zu haben versichert und der darauf aufmerksam macht, daß beide Erscheinungen (in den J. 945 und 1264) zwischen den Constellationen des Cepheus und der Cassiopea, der Milchstraße ganz nahe, eben da stattgefunden haben, wo 1572 der Trichonische Stern erschien. Tycho (Prognym. p. 331 und 709) vertheidigt die Glaubwürdigkeit des Coprianus Leovitius gegen Pontanus und Camerarius, welche eine Verwechselung mit langgeschweiften Cometen vermutheten.

k) Nach dem Zeugniß des Mönchs von St. Gallen Hephidannus (der im J. 1088 starb und dessen Annalen vom Jahre 709 bis 1044 nach Christi gehen) wurde 1012 am südlichsten Himmel im Zeichen des Widlers vom Ende des Monats Mai an drei Monate lang ein neuer Stern von ungewöhnlicher Größe und einem Glanze, der die Augen blendete (oculus verberans), gesehen. Er schien auf wunderbare Weise bald größer, bald kleiner; zuweilen sah man ihn auch gar nicht. „Nova stella apparuit insolitae magnitudinis, aspectu fulgurans, et oculus verberans non sine terrore. Quae mirum in modum aliquando contractior, aliquando diffusior, etiam extinguebatur interdum. Visa est autem per tres menses in intimis finibus Austri, ultra omnia signa quae videntur in coelo.“ S. Hephidanni Annales breves in Duchesne, Historiae Francorum Scriptores T. III. p. 477; vergl. auch Schnurrer, Chronik der Seiden Th. I. S. 201.) Dr. von Duchesne und Welsch kennen Handschrift, welche die Erscheinung unter das Jahr 1012 stellt, bat jedoch die neuere historische Kritik eine andere Handschrift vorgezogen, welche viele Abweichungen in den Jahrzahlen gegen jene, namentlich um 6 Jahre rückwärts, zeigt. Sie setzt die Erscheinung des Sternes in das J. 1006 (s. Annales Sangallenses majores in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Scriptorum T. I. 1826 p. 81). Auch die Auctorität des Hephidannus ist durch die neuen Forschungen zweifelhaft geworden. Jenes sonderbare Phänomen der Veränderlichkeit nennt Chladni den Brand und die Zerstörung eines Fixsternes. Hind (Noticos of the Astr. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 156) vermuthet, daß der Stern des Hephidannus identisch sei mit einem neuen Stern, welchen Ma-tuan-lin als in China im Februar 1011 im Schützen zwischen σ und φ gesehen bezeichnet. Aber dann müßte sich Ma-tuan-lin nicht bloß in dem Jahre, sondern auch in der Angabe der Constellation geirrt haben, in welcher der Stern erschien.

l) Ende Julius 1203 im Schwanze des Scorpions. Nach dem chinesischen Verzeichniß „ein neuer Stern von weiß-bläulicher Farbe ohne allen leuchtenden Nebel, dem Saturn ähnlich.“ (Eduard Biot in der Connaissance des temps pour 1846 p. 68.)

m) Wieder eine chinesische Beobachtung aus Ma-tuan-lin, dessen astronomische Verzeichnisse, mit genauer Angabe der Position der Cometen und Fixsterne, bis 613 Jahre vor Chr., also bis zu den Zeiten des Thales und der Expedition des Coläus von Samos, hinaufsteigen. Der neue Stern erschien Mitte Decembers 1230 zwischen Ophiuchus und der Schlange. Er löste sich auf Ende März 1231.

n) Es ist der Stern, dessen Erscheinung der böhmische Astronom Coprianus Leovitius gedenkt (s. oben bei dem 9ten Sterne im Jahr 945). Zu derselben Zeit (Julius 1264) erschien ein großer Comet, dessen Schweif den halben Himmel einnahm und welcher eben deshalb nicht mit einem zwischen Cepheus und Cassiopea neu auslodernen Sterne hat verwechselt werden können.

o) Der Trichonische Stern vom 11. Nov. 1572 im Thronessel der Cassiopea; M. $3^{\circ} 26'$, Decl. $63^{\circ} 3'$ (für 1800).

p) Februar 1578, aus Ma-tuan-lin. Die Constellation ist nicht angegeben; aber die Intensität des Lichts und die Strahlung müssen außerordentlich gewesen sein, da das chinesische Verzeichniß den Beisatz darbietet: „ein Stern groß wie die Sonne!“

q) Am 1. Jul. 1584, unweit π des Scorpions; eine chinesische Beobachtung.

r) Der Stern 34 Cygni nach Bayer. Wilhelm Janson, der ausgezeichnete Geograph, welcher eine Zeit lang mit Tycho beobachtet hatte, heftete zuerst seine Aufmerksamkeit auf

den neuen Stern in der Brust des Schwans am Anfange des Halses, wie eine Inschrift seines Sternglobus bezeugt. Kepler, durch Reisen und Mangel von Instrumenten nach Tycho's Tode gehindert, fing erst zwei Jahre später an ihn zu beobachten, ja er erhielt erst damals (was um so mehr Verwunderung erregt, als der Stern 3ter Größe war) Nachricht von seiner Existenz. „Cum mense Majo anni 1602,“ sagt er, „primum litteris moneretur de novo Cygni phaenomeno . . .“ (Kepler de stella nova tertii honoris in Cygno 1606, angehängt dem Werke de Stella nova in Serpente, p. 152, 154, 164 und 167.) In Kepler's Abhandlung wird nirgends gesagt (wie man in neueren Schriften oft angeführt findet), daß der Stern im Schwan bei seinem ersten Erscheinen 1ster Größe gewesen sei. Kepler nennt ihn sogar parva Cygni stella und bezeichnet ihn überall als 3ter Ordnung. Er bestimmt seine Position in $RA. 300^{\circ} 46'$, Decl. $36^{\circ} 52'$ (also für 1800: $RA. 302^{\circ} 36'$, Decl. $+ 37^{\circ} 27'$). Der Stern nahm an Helligkeit besonders seit 1619 ab und verschwand 1621. Dominique Cassini (s. Jacques Cassini, *Elémens d'Astr.* p. 69) sah ihn wiederum zu 3ter Größe gelangen 1655 und dann verschwinden; Hevel beobachtete ihn wieder im November 1665: anfangs sehr klein, dann größer, doch ohne je die 3te Größe wieder zu erreichen. Zwischen 1677 und 1682 war er schon nur noch 6ter Größe, und als solcher blieb er am Himmel. Sir John Herschel führt ihn auf in der Liste der veränderlichen Sterne, nicht so Argelander.

s) Nächst dem Stern in der Cassiopea von 1572 ist der berühmteste geworden der neue Stern des Schlangenträgers von 1604 ($RA. 259^{\circ} 42'$ und süd. Decl. $21^{\circ} 15'$ für 1800). An jeden derselben knüpft sich ein großer Name. Der Stern im rechten Fuß des Schlangenträgers wurde zuerst nicht von Kepler selbst, sondern von seinem Schüler, dem Böhmen Johann Brunowski, am 10. October 1604: „größer als alle Sterne erster Ordnung, größer als Jupiter und Saturn, doch weniger groß als Venus,“ gesehen. Perlicius will ihn schon am 27. September beobachtet haben. Seine Helligkeit stand der des Tycho'sischen Sternes von 1572 nach, auch wurde er nicht wie dieser bei Tage erkannt; seine Scintillation war aber um vieles stärker und erregte besonders das Erstaunen aller Beobachter. Da das Funkeln immer mit Farbenzerstreuung verbunden ist, so wird viel von seinem farbigen, stets wechselnden Lichte gesprochen. Arago (*Annuaire pour 1834* p. 299—301 und *Ann. pour 1842* p. 345—347) hat schon darauf aufmerksam gemacht, daß der Kepler'sche Stern keinesweges, wie der Tycho'sche, nach langen Zwischenräumen eine andere, gelbe, rothe und dann wieder weiße, Färbung annahm. Kepler sagt bestimmt, daß sein Stern, sobald er sich über die Erddünste erhob, weiß war. Wenn er von den Farben der Iris spricht, so ist es, um das farbige Funkeln deutlich zu machen: „exemplo adamantis multanguli, qui Solis radios inter convertendum ad spectantium oculos variabli fulgore reviviret, colores Iridis (stella nova in Ophiucho) successive vibratu continuo recipiebat.“ (De nova Stella Serpent. p. 5 und 125.) Im Anfang des Januars 1605 war der Stern noch heller als Antares, aber von geringerer Lichtstärke als Arcturus. Ende März desselben Jahres wird er als 3ter Größe beschrieben. Die Nähe der Sonne hinderte alle Beobachtungen 4 Monate lang. Zwischen Februar und März 1606 verschwand er spurlos. Die ungenauen Beobachtungen über die „großen Positions-Veränderungen des neuen Sterns“ von Scipio Claramontius und dem Geographen Blaeu (Blaew) verdienen, wie schon Jacques Cassini (*Elémens d'Astronomie* p. 65) bemerkt, kaum einer Erwähnung, da sie durch Kepler's sichere Arbeit widerlegt sind. Die chinesischen Verzeichnisse von Ma-tuan-lin führen eine Erscheinung an, die mit dem Ausflodern des neuen Sterns im Schlangenträger der Zeit und der Position nach einige Ähnlichkeit zeigt. Am 30. September 1604 sah man in China unseren π des Scorpions einen solchgelben („kugelförmigen?“) Stern. Er leuchtete in Südwest bis November desselben Jahres, wo er unsichtbar wurde. Er erschien wieder den 14. Jan. 1605 in Südost, verdunkelte sich aber ein wenig im März 1606. (*Connaissance des temps pour 1846* p. 59.) Die Dertlichkeit π des Scorpions kann leicht mit dem Fuß des Schlangenträgers verwechselt werden; aber die Ausdrücke Südwest und Südost, das Wiedererscheinen, und der Umstand, daß kein endliches völliges Verschwinden angekündigt wird, lassen Zweifel über die Identität.

t) Auch ein neuer Stern von ansehnlicher Größe, in Südwest gesehen, aus Ma-tuan-lin. Es fehlen alle nähere Bestimmungen.

u) Der vom Carthäuser Antikelm am 20. Junius des Jahres 1670 am Kopfe des Fuchses ($RA. 294^{\circ} 27'$, Decl. $26^{\circ} 47'$) ziemlich nahe bei β des Schwans entdeckte neue

Stern. Er war bei seinem ersten Ausstrahlen nicht 1ster, sondern nur 3ter Größe, und sank am 10. August schon bis zur 5ten Größe herab. Er verschwand nach 3 Monaten, zeigte sich aber wieder den 17. März 1671 und zwar in 4ter Größe. Dominique Cassini beobachtete ihn fleißig im April 1671 und fand seine Helligkeit sehr veränderlich. Der neue Stern sollte ohngefähr nach 10 Monaten zu demselben Glanze zurückkehren, aber man suchte ihn vergebens im Februar 1672. Er erschien erst den 29. März desselben Jahres, doch nur in 6ter Größe, und wurde seitdem nie wieder gesehen. (Jacques Cassini, *Éléments d'Astr.* p. 69—71.) Diese Erscheinungen trieben Dominique Cassini zum Aufsuchen vorher (von ihm!) nicht gegebener Sterne an. Er behauptet deren 14 aufgefunden zu haben, und zwar 4ter, 5ter und 6ter Größe (8 in der Cassiopea, 2 im Eridanus und 4 nahe dem Nordpole). Bei dem Mangel der Angaben einzelner Vertheilungen können sie, da sie ebendies, wie die zwischen 1694 und 1709 von Maraldi aufgefundenen, mehr als zweifelhaft sind, hier nicht aufgeführt werden. (Jacques Cassini, *Éléments d'Astron.* p. 73—77; Delambre, *Hist. de l'Astr. mod.* T. II. p. 780.)

v) Seit dem Erscheinen des neuen Sternes im Fuchse vergingen 178 Jahre, ohne daß ein ähnliches Phänomen sich dargeboten hätte, obgleich in diesem langen Zeitraume der Himmel am sorgfältigsten durchmustert wurde, bei fleißigerem Gebrauch von Fernrohren und bei Vergleichen mit genaueren Sternencatalogen. Erst am 28. April 1848 machte Hind auf der Privat-Sternwarte von Bischof (South Villa, Regent's Park) die wichtige Entdeckung eines neuen, röthlich gelben Sternes 5ter Größe in dem Schlangenträger: RA. $16^{\circ} 30' 59''$, süd. Decl. $12^{\circ} 39' 16''$ für 1848. Bei seinem anderen neu erschienenen Stern ist die Neuheit der Erscheinung und die Unveränderlichkeit seiner Position mit mehr Genauigkeit erwiesen worden. Er ist jetzt (1850) kaum 11^m , und nach Lichtenberger's fleißiger Beobachtung wahrscheinlich dem Verschwinden nahe. (*Notices of the Astr. Soc.* Vol. VIII. p. 146 und 155—158.)

Die vorliegende Zusammenstellung der seit 2000 Jahren neu erschienenen und wieder verschwundenen Sterne ist vielleicht etwas vollständiger als die, welche bisher gegeben worden sind. Sie berechtigt zu einigen allgemeinen Betrachtungen. Man unterscheidet dreierlei: neue Sterne, die plötzlich aufstrahlen und in mehr oder weniger langer Zeit verschwinden; Sterne, deren Helle einer periodischen, schon jetzt bestimmbar veränderlichkeit unterliegt; und Sterne, die, wie γ Argus, auf einmal einen ungewöhnlich wachsenden und unbestimmt wechselnden Lichtglanz zeigen. Alle drei Erscheinungen sind wahrscheinlich ihrer inneren Natur nach nahe mit einander verwandt. Der neue Stern im Schwan (1690), welcher nach dem völligen Verschwinden (freilich für das unbewaffnete Auge!) wieder erschien und ein Stern 6ter Größe verblieb, leitet uns auf die Verwandtschaft der beiden ersten Arten von Himmelserscheinungen. Den berühmten Tycho'schen Stern in der Cassiopea (1572) glaubte man schon in der Zeit, als er noch leuchtete, für identisch mit den neuen Sternen von 945 und 1264 halten zu dürfen. Die dreihundertjährige Periode, welche Goodricke vermuthete (die partiellen Abstände der, numerisch vielleicht nicht sehr sicheren Erscheinungen sind 319 und 308 Jahre!), wurde von Keill und Pigott auf 150 Jahre reducirt. Arago*, hat gezeigt, wie unwahrscheinlich es sei, daß Tycho's Stern (1572) unter die Zahl der periodisch veränderlichen gehöre. Nichts scheint bisher zu berechtigen alle neu erschienenen Sterne für veränderlich, und zwar in langen, uns wegen ihrer Länge unbekannt gebliebenen Perioden, zu halten. Ist z. B. das Selbstleuchten aller Sonnen des Firmaments Folge eines electro-magnetischen Processes in ihren Photosphären; so kann man sich (ohne locale und temporäre Verdichtungen der Himmelsluft oder ein Dazwischentreten sogenannter kosmischer Gewölke anzunehmen) diesen Lichtproceß als mannigfaltig verschieden: einmalig oder periodisch, regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrend, denken. Die electrischen Lichtproceße unsres Erdbörpers, als Gewitter im Luftkreise oder als Polar-Ausströmungen sich darstellend, zeigen neben vieler unregelmäßig scheinenden Veränderlichkeit doch oft ebenfalls eine gewisse

* Arago, *Annuaire pour 1842* p. 332.

von Jahreszeiten und Tagesstunden abhängige Periodicität. Dieselbe ist sogar oft mehrere Tage hinter einander, bei ganz heiterer Luft, in der Bildung kleinen Gewölks an bestimmten Stellen des Himmels bemerkbar, wie die oft vereitelten Culminations-Beobachtungen von Sternen beweisen.

Eine besondere und zu beachtende Eigenthümlichkeit scheint mir der Umstand zu sein, daß fast alle mit einer ungeheuren Lichtstärke, als Sterne erster Größe und selbst stärker funkelnd wie diese, auslodern und daß man sie, wenigstens für das bloße Auge, nicht allmählig an Helligkeit zunehmen sieht. Kepler*) war auf dieses Kriterium so aufmerksam, daß er das citle Vorgeben des Antonius Laurentinus Politianus, den Stern im Schlangenträger (1604) früher als Brunowski gesehen zu haben, auch dadurch widerlegte, daß Laurentinus sagt: „apparuit nova Stella parva, et postea de die in diem crescendo apparuit lumine non multo inferior Venere, superior Jove.“ Fast ausnahmsweise erkennt man nur 3 Sterne, die nicht in erster Größe aufstrahlten: nämlich die Sterne 3ter Ordnung im Schwan (1600) und im Fuchse (1670), und Hind's neuen Stern 5ter Ordnung im Schlangenträger (1848).

Es ist sehr zu bedauern, daß seit Erfindung des Fernrohrs, wie schon oben bemerkt, in dem langen Zeitraume von 178 Jahren, nur 2 neue Sterne gesehen wurden: während daß bisweilen die Erscheinungen sich so zusammenbrängten, daß am Ende des 1ten Jahrhunderts in 24 Jahren 4; im 13ten Jahrhundert in 61 Jahren 3; am Ende des 16ten und im Anfang des 17ten Jahrhunderts, in der Tycho-Kepler'schen Periode, in 37 Jahren 6 beobachtet wurden. Ich nehme in diesen Zahlenverhältnissen immer Rücksicht auf die chinesischen Beobachtungen außerordentlicher Sterne, deren größerer Theil nach dem Ausspruch der ausgezeichnetsten Astronomen Vertrauen verdient. Warum unter den in Europa gesehenen Sternen vielleicht der Kepler'sche im Schlangenträger (1604), nicht aber der Tychonische in der Cassiopea (1572) in Ma-tuan-lin's Verzeichnissen aufgeführt ist, weiß ich eben so wenig einzeln zu erklären, als warum im 16ten Jahrhundert z. B. über die große in China gesehene Lichterscheinung vom Februar 1578 von europäischen Beobachtern nichts berichtet wird. Der Unterschied der Länge (114°) könnte nur in wenigen Fällen die Unsichtbarkeit erklären. Wer je mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt gewesen ist, weiß, daß das Nicht-Anführen von politischen oder Natur-Begebenheiten, auf der Erde und am Himmel, nicht immer ein Beweis der Nicht-Existenz solcher Begebenheiten ist; und wenn man die drei verschiedenen chinesischen im Ma-tuan-lin enthaltenen Sternverzeichnisse mit einander vergleicht, so findet man auch Cometen (z. B. die von 1385 und 1495) in dem einen Verzeichniß aufgeführt, welche in dem anderen fehlen.

Schon ältere Astronomen, Tycho und Kepler, haben, wie neuere, Sir John Herschel und Hind, darauf aufmerksam gemacht, daß bei weitem die Mehrzahl aller in Europa und China beschriebenen neuen Sterne (ich finde $\frac{4}{5}$) sich in der Nähe der Milchstraße oder in dieser selbst gezeigt haben. Ist, was den ringförmigen Sternschichten der Milchstraße ein so mildes Nebellicht giebt, wie mehr als wahrscheinlich ist, ein bloßes Aggregat telescopischer Sternchen; so fällt Tycho's oben erwähnte Hypothese von der Bildung neu auslodender Fixsterne aus sich ballendem verdichteten dunstförmigen Himmelsstoff über den Haufen. Was in gedrängten Sternschichten und Sternschwärmen, falls sie um gewisse centrale Kerne rotiren, die Anziehungskräfte vermögen, ist hier nicht zu bestimmen und gehört in den mythischen Theil der Astrognose. Unter 21 in der vorstehenden Liste aufgeführten neu erschienenen Sternen sind 5 (134, 393, 827, 1203, 1584) im Scorpion, 3 in der Cassiopea und dem Cepheus (945, 1264, 1572), 4 im Schlangenträger (123, 1230, 1604, 1848) aufgestrahlt; aber auch sehr fern von der Milchstraße ist einmal (1012) im Widder ein neuer Stern gesehen worden (der Stern des Mönchs von St. Gallen). Kepler selbst, der

*) Kepler de Stella nova in pede Serp. p. 3.

den von Fabricius 1596 am Halse des Wallfisches als auslodern beschriebenen und im October desselben Jahres für ihn verschwundenen Stern für einen neuen hielt, giebt diese Position ebenfalls für einen Weggrund an (Kepler de Stolla nova Serp. p. 112). Darf man aus der Frequenz des Ausloderns in denselben Constellationen folgern, daß in gewissen Richtungen des Weltraums, z. B. in denen, in welchen wir die Sterne des Scorpions und der Cassiopea sehen, die Bedingungen des Ausstrahlens durch örtliche Verhältnisse besonders begünstigt werden? Liegen nach diesen Richtungen hin vorzugsweise solche Gestirne, welche zu explosiven, kurzzeitigen Lichtprocessen geeignet sind?

Die Dauer des Leuchtens neuer Sterne ist die kürzeste gewesen in den Jahren 389, 827 und 1012. In dem ersten der genannten Jahre war sie 3 Wochen; in dem zweiten 4, in dem dritten 3 Monate. Dagegen hat des Tycho Stern in der Cassiopea 17 Monate lang geleuchtet, Kepler's Stern im Schwan (1600) volle 21 Jahre bis zu seinem Verschwinden. Er erschien wieder 1655: und zwar, wie beim ersten Auslodern, in 3ter GröÙe; um bis zu Ster zu schwinden, ohne nach Argelanders Beobachtungen in die Classe periodisch veränderlicher Sterne zu treten.

Verschwundene Sterne. — Die Beachtung und Aufzählung der sogenannten verschwundenen Sterne ist von Wichtigkeit für das Aufsuchen der großen Zahl kleiner Planeten, die wahrscheinlicherweise zu unserem Sonnensystem gehören; aber trotz der Genauigkeit der neuen Positions-Verzeichnisse telescopischer Fixsterne und der neuen Sternkarten ist die Ueberzeugung der Gewißheit, daß ein Stern an dem Himmel wirklich seit einer bestimmten Epoche verschwunden ist, doch nur bei großer Sorgfalt zu erlangen. Beobachtungs-, Reductions- und Druckfehler*) entstellen oft die besten Cataloge. Das Verschwinden der Weltkörper an den Orten, wo man sie ehemals bestimmt gesehen, kann so gut die Folge eigener Bewegung als eine solche Schwächung des Lichtprocesses auf der Oberfläche oder in der Photosphäre sein, daß die Lichtwellen unser Sehorgan nicht mehr hinlänglich anregen. Was wir nicht mehr sehen, ist darum nicht untergegangen. Die Idee der Zerstörung, des Ausbrennens von unsichtbar werdenden Sternen gehört der Tycho'schen Zeit an. Auch Plinius fragt in der schönen Stelle über Hipparch: „stellae an obirent nascerenturve.“ Der ewige scheinbare Weltwechsel des Werdens und Vergehens ist nicht Vernichtung, sondern Uebergang der Stoffe in neue Formen; in Mischungen, die neue Processen bedingen. Dunkle Weltkörper können durch einen erneuerten Lichtproceß plötzlich wieder aufstrahlen.

Periodisch veränderliche Sterne. — Da an der Himmelsbede sich alles bewegt, alles dem Raum und der Zeit nach veränderlich ist, so wird man durch Analogien zu der Vermuthung geleitet: daß, wie die Fixsterne insgesammt eine ihnen eigenthümliche, nicht etwa bloß scheinbare Bewegung haben, eben so allgemein die Oberfläche oder die leuchtende Atmosphäre derselben Veränderungen erleiden, welche bei der größeren Zahl dieser Weltkörper in überaus langen und daher ungemessenen, vielleicht unbestimmbaren, Perioden wiederkehren; bei wenigen, ohne periodisch zu sein, wie durch

*) S. über Beispiele von nicht verschwundenen Sternen Argelanders in Schumachers Astronom. Nachr. No. 624 S. 371. Um auch eines Beispiels aus dem Alterthum zu gedenken, ist hier zu erinnern, wie die Nachlässigkeit, mit der Aratus sein poetisches Sternverzeichnis angefertigt hat, zu der oft erneuerten Frage führte: ob Vega der Leier ein neuer oder in langen Perioden veränderlicher Stern sei. Aratus sagt nämlich, die Constellation der Leier habe nur kleine Sterne. Auffallend ist es allerdings, daß Hipparch in dem Commentar wegen Iritium nicht bezeichnet, da er doch den Aratus wegen seiner Angaben von der relativen Lichtstärke der Sterne der Cassiopea und des Schlangenträgers tabelt. Alles dieses ist aber nur zufällig und nichts beweisend;

denn da Aratus auch dem Schwan nur Sterne „von mittlerem Glanze“ zuschreibt, so widerlegt Hipparch (I. 14) ausdrücklich diesen Irrthum, und setzt hinzu, daß der helle Stern am Schwanze (Deneb) der Leier (Wega) wenig nachstehe. Ptolemäus setzt Wega unter die Sterne erster Ordnung, und in den Catasterismen des Eratosthenes (cap. 25) wird Wega λεωνος και λαμπρος genannt. Würde man bei den vielen Ungenauigkeiten eines die Sterne nicht selbst beobachtenden Dichters der Behauptung Glauben beimessen wollen, daß Wega der Leier (Fidoula des Plinius XVIII, 25) erst zwischen den Jahren 272 und 127 vor unserer Zeitrechnung, zwischen Aratus und Hipparch, ein Stern erster GröÙe geworden sei?

eine plötzliche Revolution, auf bald längere, bald kürzere Zeit eintreten. Die letztere Classe von Erscheinungen, von der in unseren Tagen ein großer Stern im Schiffe ein merkwürdiges Beispiel darbietet, wird hier, wo nur von veränderlichen Sternen in schon erforschten und gemessenen Perioden die Rede ist, nicht behandelt. Es ist wichtig drei große siderale Naturphänomene, deren Zusammenhang noch nicht erkannt worden ist, von einander zu trennen: nämlich veränderliche Sterne von bekannter Periodicität, Auslobern von sogenannten neuen Sternen, und plötzliche Lichtveränderungen von längst bekannten, vormalis in gleichförmiger Intensität leuchtenden Fixsternen. Wir verweilen zuerst ausschließlich bei der ersten Form der Veränderlichkeit: wovon das am frühesten genau beobachtete Beispiel (1638) durch Mira Ceti, einen Stern am Halse des Walfisches, dargeboten ward. Der ostfriesische Pfarrer David Fabricius, der Vater des Entdeckers der Sonnenflecken, hatte allerdings schon 1596 den Stern am 13. August als einen sterbenden beobachtet und im October desselben Jahres verschwinden sehen. Den alternirend wiederkehrenden Lichtwechsel, die periodische Veränderlichkeit entdeckte erst 42 Jahre später ein Professor von Francker, Johann Phocylides Holwarda. Dieser Entdeckung folgte in demselben Jahrhundert noch die zweier andrer veränderlicher Sterne: β Persei (1669), von Montanari, und γ Cygni (1687), von Kirch beschrieben.

Unregelmäßigkeiten, welche man in den Perioden bemerkte, und die vermehrte Zahl der Sterne derselben Classe haben seit dem Anfang des 19ten Jahrhunderts das Interesse für diese so complicirte Gruppe von Erscheinungen auf das lebhafteste angeregt. Bei der Schwierigkeit des Gegenstandes und bei meinem Streben, in diesem Werke die numerischen Elemente der Veränderlichkeit, als die wichtigste Frucht aller Beobachtung, so darlegen zu können, wie sie in dem dormaligen Zustande der Wissenschaft erforcht sind: habe ich die freundliche Hilfe des Astronomen in Anspruch genommen, welcher sich unter unsern Zeitgenossen mit der angestrengtesten Thätigkeit und dem glänzendsten Erfolge dem Studium der periodisch veränderlichen Sterne gewidmet hat. Die Zweifel und Fragen, zu denen mich meine eigene Arbeit veranlaßte, habe ich meinem gütigen Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn, vertrauensvoll vorgelegt; und seinen handschriftlichen Mittheilungen allein verdanke ich, was hier folgt und größtentheils auf anderen Wegen noch nicht veröffentlicht worden ist.

Die Mehrzahl der veränderlichen Sterne ist allerdings roth oder röthlich, keinesweges aber sind es alle. So z. B. haben ein weißes Licht, außer β Persei (Algol am Medusenhaupte), auch β Lyrae und ϵ Aurigae. Etwas gelblich ist γ Aquilae und in noch geringerm Grade ζ Geminorum. Die ältere Behauptung, daß einige veränderliche Sterne, besonders Mira Ceti, beim Abnehmen röther seien als beim Zunehmen der Helligkeit, scheint ungegründet. Ob in dem Doppelf Stern α Herculis, in welchem der große Stern von Sir William Herschel roth, von Struve gelb, der Begleiter dunkelblau genannt wird, dieser kleine Begleiter, zu 5^m bis 7^m geschätzt, selbst auch veränderlich ist; scheint sehr problematisch. Struve *) selbst sagt auch nur: *suspicio minorem esse variabilem*. Veränderlichkeit ist keinesweges an die rothe Farbe gebunden. Es giebt viele rothe Sterne, zum Theil sehr rothe, wie Arcturus und Aldebaran, an denen noch keine Veränderlichkeit bisher wahrgenommen worden ist. Dieselbe ist auch mehr als zweifelhaft in einem Stern des Cepheus (No. 7582 des Catalogs der brittischen Association), welchen wegen seiner außerordentlichen Röthe William Herschel 1782 den Granatstern genannt hat.

*) Vergl. Mäbler, Astr. S. 438 Note 12 mit Struve, Stellarum compos. Mensurae microm. p. 97 und 98 Stern 2140. „Ich glaube,“ sagt Argelander, „daß es sehr schwierig ist, in einem lichtstarken Fernrohr die Helligkeit so überaus verschiedener Sterne, als es die beiden Componenten von α Herculis sind, richtig zu schätzen. Meine Erfahrung ist entscheidend gegen die

Veränderlichkeit des Begleiters: da ich α Herculis, bei vielfachen Tagesbeobachtungen in den Fernrohren der Meridianfreie zu Albo, Helsingfors und Bonn, nie einfach gesehen habe; was doch wohl der Fall gewesen wäre, wenn der Begleiter im Minimum 7ter Größe wäre. Ich halte diesen constant für 5 oder 5,6.“

Die Zahl der periodisch veränderlichen Sterne ist schon deshalb schwierig anzugeben, weil die bereits ermittelten Perioden von sehr ungleicher Unsicherheit sind. Die zwei veränderlichen Sterne des Pegasus, so wie α Hydrae, ϵ Aurigae, α Cassiopeae haben nicht die Sicherheit von Mira Ceti, Algol und δ Cephei. Bei der Aufzählung in einer Tabelle kommt es also darauf an, mit welchem Grade der Gewißheit man sich begnügen wolle. Argelander zählt, wie in seiner am Ende dieser Untersuchung abgedruckten Uebersichtstafel zu ersehen ist, der befriedigend bestimmten Perioden nur 24 auf*).

Wie das Phänomen der Veränderlichkeit sich bei rothen und einigen weißen Sternen findet, so bieten es auch Sterne von den verschiedensten Größenordnungen dar: z. B. ein Stern 1^m, α Orionis; 2^m: Mira Ceti, α Hydrae, α Cassiopeae, β Pegasi; 2. 3^m β Persei; 3. 4^m γ Aquilae und β Lyrae. Es giebt aber zugleich auch, und in weit größerer Menge, veränderliche Sterne 6^m bis 9^m: wie die variabiles Coronae, Virginis, Caneri und Aquarii. Der Stern χ im Schwan hat ebenfalls im Maximum sehr große Schwankungen.

Daß die Perioden der veränderlichen Sterne sehr unregelmäßig sind, war längst bekannt; aber daß diese Veränderlichkeit in ihrer scheinbaren Unregelmäßigkeit bestimmten Gesetzen unterworfen ist, hat Argelander zuerst ergründet. Er hofft es in einer eigenen, größeren Abhandlung umständlicher erweisen zu können. Bei χ Cygni hält er jetzt zwei Perturbationen in der Periode, die eine von 100, die andere von $8\frac{1}{2}$ Einzel-Perioden, für wahrscheinlicher als eine von 108. Ob solche Störungen in Veränderungen des Lichtprocesses, der in der Atmosphäre des Sterns vor geht, gegründet sind, oder in der Umlaufzeit eines um die Fixsternsonne χ Cygni kreisenden, auf die Gestalt jener Photospäre durch Anziehung wirkenden Planeten: bleibt freilich noch ungewiß. Die größten Unregelmäßigkeiten in der Veränderung der Intensität bietet sicherlich variabilis Scuti (des Sobieski'schen Schildes) dar: da dieser Stern bisweilen von 5. 4^m bis zu 9^m herabsinkt, ja nach Pigott am Ende des vorigen Jahrhunderts einmal ganz verschwunden sein soll. Zu anderen Zeiten sind seine Schwankungen in der Helligkeit nur zwischen 6. 5^m und 6^m gewesen. Im Maximum hat χ Cygni zwischen 6. 7^m und 4^m, Mira zwischen 4^m und 2. 1^m geschwankt. Dagegen zeigt δ Cephei eine außerordentliche, ja von allen Veränderlichen die größte Regelmäßigkeit in der Länge der Perioden, wie 87 zwischen dem 10. October 1840 und 8. Januar 1848 und noch später beobachtete Minima erwiesen haben. Bei ϵ Aurigae geht die von einem unermüdblichen Beobachter, Herrn Heis in Aachen, aufgefundenen Veränderung der Lichtfelle †) nur von 3. 4^m bis 4. 5^m.

Große Unterschiede der Helligkeit im Maximum zeigt Mira Ceti. Im Jahr 1779 z. B. war (6. Nov.) Mira nur wenig schwächer als Aldebaran gewesen, gar nicht selten heller als Sterne 2^m: während dieser veränderliche Stern zu anderen Zeiten nicht die Intensität (4^m) von δ Ceti erreichte. Seine mittlere Helligkeit ist gleich der von γ Ceti (3^m). Wenn man die Helligkeit der schwächsten dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran mit 50 bezeichnet, so hat Mira in ihrem Maximum zwischen 20 und 47 geschwankt. Ihre wahrscheinliche Helligkeit ist durch 30 auszudrücken; sie bleibt öfter unter dieser Grenze, als sie dieselbe übersteigt. Die Uebersteigungen sind aber, wenn sie eintreten, dem Grade nach bedeutender. Eine entschiedene Periode dieser Oscillationen ist noch nicht entdeckt, aber es giebt Andeutungen von einer 40jährigen und einer 160jährigen Periode.

Die Dauer der Perioden der Lichtveränderung variiert nach Verschiedenheit der Sterne wie 1 : 250. Die kürzeste Periode bietet unstreitig β Persei dar, von 68 Stunden 49 Minuten; wenn sich nicht die des Polaris von weniger als 2 Tagen bestätigen sollte. Auf β

*) Mäbler's Tafel (Astron. S. 435) enthält mit sehr verschiedenen numerischen Elementen 18 Sterne; Sir John Herschel zählt mit den in den Noten berührten über 45 auf (Outlines § 819–826).

†) Argelander in Schumacher's Astr. Nachr. Bd. XXVI. (1848) No. 624 S. 369

Persei folgen zunächst δ Cephei (5 L. 8 St. 49 Min.), η Aquilae (7 L. 4 St. 14 Min.) und ϵ Geminorum (10 L. 3 St. 35 Min.). Die längste Dauer der Lichtveränderung haben: β Hydrae Hevelii von 495 Tagen, χ Cygni von 406 L., variabilis Aquarii von 388 L., Serpentis S von 367 Tagen und Mira Ceti von 332 L. Bei mehreren Veränderlichen ist es ganz entschieden, daß sie geschwinder zu- als abnehmen; am auffallendsten zeigt sich diese Erscheinung bei δ Cephei. Andere brauchen gleiche Zeit zum Zu- und Abnehmen (z. B. β Lyrae). Bisweilen erkennt man sogar in diesem Verhältniß eine Verschiedenheit bei denselben Sternen, aber in verschiedenen Epochen ihrer Lichtprocesse. Mira Ceti nimmt in der Regel (wie δ Cephei) rascher zu als ab; doch ist bei Mira auch schon das Entgegengesetzte beobachtet worden.

Was Perioden von Perioden betrifft; so zeigen sich solche mit Bestimmtheit bei Algol, bei Mira Ceti, bei β Lyrae und mit vieler Wahrscheinlichkeit bei χ Cygni. Die Abnahme der Periode von Algol ist jetzt unbezweifelt. Goodricke hat dieselbe nicht gefunden; wohl aber Argelander, als er im Jahr 1842 über 100 sichere Beobachtungen vergleichen konnte, von denen die äußersten über 58 Jahre (7600 Perioden umfassend) von einander entfernt waren (Schumacher's Astron. Nachr. No. 472 und 624). Die Abnahme der Dauer wird immer bemerkbarer*). Für die Perioden des Maximums von Mira (das von Fabricius 1596 beobachtete Maximum der Helligkeit mit eingerechnet) hat Argelander eine Formel†) aufgestellt, aus welcher alle Maxima sich so ergeben, daß der wahrsch. e. Fehler, bei einer langen Periode der Veränderlichkeit von 331 L. 8 St., im Mittel nicht 7 Tage übersteigt, während bei Annahme einer gleichförmigen Periode er 15 Tage sein würde.

Das doppelte Maximum und Minimum von β Lyrae in jeder fast 13tägigen Periode hat schon der Entdecker Goodricke (1784) sehr richtig erkannt; es ist aber durch die neuesten Beobachtungen noch mehr außer Zweifel‡) gesetzt worden. Merkwürdig ist es, daß der Stern in beiden Maximis dieselbe Helligkeit erlangt; aber in dem Haupt-Minimum wird er um eine halbe Größe schwächer als in dem anderen. Seit der Entdeckung der Veränderlichkeit von β Lyrae ist die Periode in der Periode wahrscheinlich immer länger geworden. Anfangs war die Veränderlichkeit rascher, dann wurde sie allmählig langsamer, und diese Zunahme der Langsamkeit fand ihre Grenze zwischen den Jahren 1840 und 1844. In dieser Zeit blieb die Dauer ohngefähr dieselbe, jetzt ist sie bestimmt wieder im Abneh-

*) „Wenn ich,“ sagt Argelander, „das kleinste Licht des Algol 1800 Januar 1. um 18 St. 1 Min. mittler Pariser Zeit für die 0 Epoche annehme, so erhalte ich die Dauer der Perioden für:

— 1987 . . 2 L. 20 St. 48 M. . . 59, 416 . . .	$\pm 0, 316$
— 1406 58, 737 . . .	$\pm 0, 094$
— 825 58, 393 . . .	$\pm 0, 175$
+ 751 58, 454 . . .	$\pm 0, 039$
+ 2328 58, 193 . . .	$\pm 0, 096$
+ 3885 57, 971 . . .	$\pm 0, 045$
+ 5441 55, 182 . . .	$\pm 0, 348$

In dieser Tabelle haben die Zahlen folgende Bedeutung: nennt man die Epoche des Minimums 1, Januar 1800 null, die nächst vorhergehende — 1, die nächst folgende + 1 u. s. w.; so war die Dauer zwischen dem — 1987 und — 1986 genau 2 L. 20 St. 48 Min. 59, 416 Sec., die Dauer zwischen + 5441 und + 5442 aber 2 L. 20 St. 48 Min. 55, 182 Sec.; jenes entspricht dem Jahre 1784, dieses dem Jahre 1842.

Die hinter dem \pm Zeichen stehenden Zahlen sind die wahrscheinlichen Fehler. Daß die Abnahme immer rascher wird, zeigen sowohl die letzte Zahl als alle meine Beobachtungen seit 1847.“

†) Argelander's Formel zur Darstellung aller Beob-

achtungen der Maxima von Mira Ceti ist nach seiner Mittheilung diese:

$$1751 \text{ Sept. } 9, 76 + 331, 3363 \text{ L. } \pm 10, 5 \text{ T.}$$

$$\text{Sin. } \left(\frac{360}{11} E + 86^{\circ} 29' \right) + 18, 2 \text{ L. Sin. } \left(\frac{450}{11} E + 231^{\circ} 42' \right)$$

$$+ 33, 9 \text{ L. Sin. } \left(\frac{450}{11} E + 170^{\circ} 19' \right) + 65, 3 \text{ L.}$$

$$\text{Sin. } \left(\frac{150}{11} E + 6^{\circ} 37' \right):$$

wo E die Anzahl der seit 1751 Sept. 9 eingetretenen Maxima bedeutet und die Coefficienten in Tagen gegeben sind. Für das jetzt laufende Jahr folgt daraus das Maximum:

$$1751 \text{ Sept. } 9, 76 + 36115, 65 \text{ L. } + 8, 44 \text{ L. } = 12, 24 \text{ L.}$$

$$+ 18, 59 \text{ L. } + 27, 34 \text{ L. } = 1850 \text{ Sept. } 8, 54.$$

Was am meisten für diese Formel zu sprechen scheint, ist der Umstand, daß mit ihr auch die Beobachtung des Maximums von 1596 (Mosmos Buch II. S. 368) dargestellt wird, die bei jeder Annahme einer gleichförmigen Periode um mehr als 100 Tage abweicht. Doch scheint das Gesetz der Lichtveränderung dieses Sternes so complicirt zu sein, daß in einzelnen Fällen, z. B. für das sehr genau beobachtete Maximum des Jahres 1840, die Formel noch viele Tage (fast 25) abgewichen ist.

‡) Vergl. Argelander's Schrift zur Säcularfeier der Königsb. Univ. unter dem Titel: de Stella β Lyrae variabili 1844.

men begriffen. Etwas ähnliches wie das doppelte Maximum von β Lyrae zeigt sich bei δ Cephei; es ist in so fern eine Hineigung zu einem zweiten Maximum, als die Lichtabnahme nicht gleichförmig fortschreitet, sondern, nachdem sie anfangs ziemlich rasch gewesen ist, nach einiger Zeit ein Stillstand oder wenigstens eine sehr unbedeutende Abnahme in der Helligkeit eintritt, bis die Abnahme auf einmal wieder rascher wird. Es ist als wenn bei einigen Sternen das Licht gehindert werde, sich völlig zu einem zweiten Maximum zu erheben. In γ Cygni walten sehr wahrscheinlich zwei Perioden der Veränderlichkeit: eine größere von 100 und eine kleinere von $8\frac{1}{2}$ Einzel-Perioden.

Die Frage, ob im Ganzen mehr Regelmäßigkeit bei veränderlichen Sternen von sehr kurzen als von sehr langen Perioden herrsche, ist schwer zu beantworten. Die Abweichungen von einer gleichförmigen Periode können nur relativ genommen werden, d. h. in Theilen dieser Periode selbst. Um bei langen Perioden zu beginnen, müssen γ Cygni, Mira Ceti und 30 Hydrae zuerst betrachtet werden. Bei γ Cygni gehen die Abweichungen von der Periode (406,0634 T.), welche in der Voraussetzung einer gleichförmigen Veränderlichkeit am wahrscheinlichsten ist, bis auf 39,4 T. Wenn auch von diesen ein Theil den Beobachtungsfehlern zugeschrieben wird, so bleiben gewiß noch 29 bis 30 Tage, d. i. $\frac{1}{4}$ der ganzen Periode. Bei Mira Ceti*), in einer Periode von 331,340 T., gehen die Abweichungen auf 55,5 T.; sie geben so weit, selbst wenn man die Beobachtung von David Fabricius unberücksichtigt läßt. Beschränkt man die Schätzung wegen der Beobachtungsfehler auf 40 Tage; so erhält man $\frac{1}{4}$, also im Vergleich mit γ Cygni eine fast doppelt große Abweichung. Bei 30 Hydrae, welche eine Periode von 495 Tagen hat, ist dieselbe gewiß noch größer, vielleicht $\frac{1}{5}$. Die veränderlichen Sterne mit sehr kurzen Perioden sind erst seit wenigen Jahren (seit 1840 und noch später) anhaltend und mit gehöriger Genauigkeit beobachtet worden: so daß, auf sie angewandt, das hier behandelte Problem noch schwerer zu lösen ist. Es scheinen jedoch nach den bisherigen Erfahrungen weniger große Abweichungen sich darzubieten. Bei γ Aquilae (Periode 7 T. 4 St.) sind sie nur auf $\frac{1}{16}$ oder $\frac{1}{17}$ der ganzen Periode, bei β Lyrae (Periode 12 T. 21 St.) auf $\frac{1}{27}$ oder $\frac{1}{30}$ gestiegen; aber diese Untersuchung ist bisher noch vielen Ungewissheiten unterworfen bei Vergleichung kurzer und langer Perioden. Von β Lyrae sind 1700 bis 1800 Perioden beobachtet, von Mira Ceti 279, von γ Cygni gar nur 145.

Die angeragte Frage: ob Sterne, die lange in regelmäßigen Perioden sich veränderlich gezeigt haben, aufhören es zu sein, scheint verneint werden zu müssen. So wie es unter den fortwährend veränderlichen Sternen solche giebt, welche zuweilen eine sehr starke, zuweilen eine sehr schwache Veränderlichkeit zeigen (z. B. *variabilis Scuti*); so scheint es auch andere zu geben, deren Veränderlichkeit zu gewissen Zeiten so gering ist, daß wir sie mit unseren beschränkten Mitteln nicht wahrzunehmen vermögen. Dahin gehört *variabilis Coronae bor.* (No. 5236 im Catalog der British Association), von Pigott als veränderlich erkannt und eine Zeit lang beobachtet. Im Winter 1795/6 ward der Stern völlig unsichtbar; später erschien er wieder, und seine Lichtveränderungen wurden von Koch beobachtet. Harding und Westphal fanden seine Helligkeit 1817 fast ganz constant, bis 1824 wieder Olbers seinen Lichtwechsel beobachten konnte. Die Constanz trat nun wieder ein und wurde vom August 1843 bis September 1845 von Argelander ergründet. Ende September fing eine neue Abnahme an. Im October war der Stern im Cometenfucher nicht mehr sichtbar, erschien wieder im Februar 1846, und erreichte Anfangs Juni seine gewöhnliche GröÙe. Er hat sie seitdem behalten, wenn man kleine und nicht sehr sichere Schwankungen abrechnet. Zu dieser räthselhaften Classe von Sternen gehört auch *variabilis Aquarii*, und vielleicht Janson's und Kepler's Stern im Schwan von 1600, dessen wir bereits unter den neu erschienenen Sternen gedacht haben.

*) Zu den frühesten ersten Bestrebungen, die mitt- zu ergründen, gehört die Arbeit von Jacques Cassini, lere Dauer der Veränderlichkeits-Periode von Mira Ceti | *Elémens d'Astronomie* 1740 p. 66-69.

Tabelle über die veränderlichen Sterne von Fr. Argelander.

No.	Bezeichnung des Sterns.	Dauer der Periode.		Helligkeit im				Name des Entdeckers und Zeit der Entdeckung.	
		L.	St. Min.	Maxim.		Minim.			
1	α Ceti	331	20 —	4	bis 2.1	0		Holwartha	1639
2	β Persei	2	20 49		2.3	4		Montanari	1669
3	γ Cygni	406	1 30	6.7	bis 4	0		Gottfr. Kirch	1687
4	β Hydrae Nev.	495	— —	5	" 4	0		Maraldi	1704
5	Leonis R, 420 M.	312	18 —		5	0		Reich	1782
6	γ Aquilae	7	4 14		3.4	5.4		E. Pigott	1784
7	β Lyrae	12	21 45		3.4	4.5		Goodridge	1784
8	δ Cephei	5	8 49		4.3	5.4		Goodridge	1784
9	α Herculis	66	8 —		3	3.4		Wilh. Herschel	1795
10	Coronae R	323	— —		6	0		E. Pigott	1795
11	Scuti R	71	17 —	6.5	bis 5.4	9	bis 6	E. Pigott	1795
12	Virginis R	145	21 —	7	" 6.7	0		Harding	1809
13	Aquarii R	388	13 —	9	" 6.7	0		Harding	1810
14	Serpentis R	359	— —		6.7	0		Harding	1826
15	Serpentis S	367	5 —	8	" 7.8	0		Harding	1828
16	Cancri R	380	— —		7	0		Schwerd	1829
17	α Cassiopeae	79	3 —		2	3.2		Birt	1831
18	α Orionis	196	0 —		1	1.2		John Herschel	1836
19	α Hydrae	55	— —		2	2.3		John Herschel	1837
20	ϵ Aurigae	?	— —		3.4	4.5		Heis	1846
21	ζ Geminorum	10	3 35		4.3	5.4		Schmidt	1847
22	β Pegasi	40	23 —		2	2.3		Schmidt	1848
23	Pegasi P	350	— —		8	0		Hind	1848
24	Cancri S	?	— —		7.8	0		Hind	1848

Bemerkungen.

Die 0 in der Columne für das Minimum bedeutet, daß der Stern zur Zeit desselben schwächer als 10ter Größe ist. Um die kleineren veränderlichen Sterne, die meistens weder Namen noch sonstige Bezeichnungen haben, einfach und bequem angeben zu können, habe ich mir erlaubt ihnen Buchstaben beizulegen: und zwar, da die griechischen und kleinen lateinischen zum großen Theile schon von Bayer gebraucht worden sind, die des großen Alphabets.

Außer den in der Tabelle aufgeführten giebt es fast noch eben so viele Sterne, die der Veränderlichkeit verdächtig sind, indem sie von verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Größen angeführt werden. Da diese Schätzungen aber nur gelegentliche und nicht mit großer Schärfe ausgeführt waren, auch verschiedene Astronomen verschiedene Grundsätze beim Schätzen der Größen haben; so scheint es sicherer solche Fälle nicht zu berücksichtigen, bis derselbe Beobachter zu verschiedenen Zeiten entschiedene Veränderlichkeit gefunden hat. Bei allen in der Tafel angegebenen ist dies der Fall; und ihr periodischer Lichtwechsel ist sicher, auch wo die Periode selbst noch nicht hat bestimmt werden können. Die angegebenen Perioden beruhen zum größten Theil auf eigenen Untersuchungen sämmtlicher bekannt gewordener älterer und meiner über 10 Jahre umfassenden noch ungedruckten Beobachtungen. Ausnahmen werden in den folgenden Notizen über die einzelnen Sterne angegeben werden.

In diesen gelten die Positionen für 1850 und sind in gerader Aufsteigung und Abweichung ausgedrückt. Der oft gebrauchte Ausdruck Stufe bedeutet einen Unterschied in der Helligkeit, welcher sich noch sicher mit bloßen Augen erkennen läßt, oder für die mit unbewaffnetem Auge unsichtbaren Sterne durch einen Fraunhofer'schen Cometensucher von 24 Zoll Brennweite. Für die helleren Sterne über 6ter Größe beträgt eine Stufe ungefähr den 10ten Theil des Unterschiedes, um welchen die auf einander folgenden Größenklassen

von einander verschieden sind; für die kleineren Sterne sind die gebräuchlichen Größenklassen bedeutend enger.

1) α Ceti. AR. $32^{\circ} 57'$, Decl. — $3^{\circ} 40'$; auch wegen seines wunderbaren Lichtwechsels, der an diesem Sterne zuerst wahrgenommen wurde, Mira genannt. Schon in der zweiten Hälfte des 17ten Jahrhunderts erkannte man die Periodicität dieses Sterns, und Boulliaud bestimmte die Dauer der Periode auf 333 Tage; indeß fand man auch zugleich, daß diese Dauer bald länger, bald kürzer sei, so wie daß der Stern in seinem größten Lichte bald heller, bald schwächer erscheine. Dies hat nun die Folgezeit vollkommen bestätigt. Ob der Stern jemals ganz unsichtbar wird, ist noch nicht entschieden; man hat ihn zuweilen 11ter oder 12ter Größe zur Zeit des Minimums gesehen, zu anderen Zeiten mit 3- und 4füßigen Fernröhren nicht sehen können. So viel ist gewiß, daß er eine lange Zeit schwächer als 10ter Größe ist. Es sind aber überhaupt über dies Stadium nur wenige Beobachtungen vorhanden; die meisten beginnen erst, wenn er als 6ter Größe dem bloßen Auge sich zu zeigen anfängt. Von diesem Zeitpunkte nimmt der Stern nun anfangs rasch, dann langsamer, zuletzt kaum merklich an Helligkeit zu; dann wieder, erst langsam, nachher rascher, ab. Im Mittel dauert die Zeit der Lichtzunahme von der 6ten Größe an 50, die der Lichtabnahme bis zur genannten Helligkeit 69 Tage: so daß der Stern also ungefähr 4 Monate mit bloßen Augen sichtbar ist. Allein dies ist nur die mittlere Dauer der Sichtbarkeit; zuweilen hat sie sich auf 5 Monate gesteigert, während sie zu anderen Zeiten nur 3 Monate gewesen ist. Eben so ist auch die Dauer der Lichtzu- und Abnahme großen Schwankungen unterworfen, und jene zuweilen langsamer als diese: wie im Jahre 1840, wo der Stern 62 Tage brauchte, um bis zur größten Helligkeit zu kommen, und in 49 Tagen von dieser bis zur Unsichtbarkeit mit bloßen Augen herabsank. Die kürzeste beobachtete Dauer des Wachstums fand im Jahre 1679 mit 30 Tagen statt; die längste, von 67 Tagen, ward im Jahre 1709 beobachtet. Die Lichtabnahme dauerte am längsten im Jahre 1839, nämlich 91 Tage; am kürzesten im Jahre 1660, nämlich nur 52 Tage. Zuweilen verändert der Stern zur Zeit seiner größten Helligkeit diese einen Monat lang kaum merklich, zu andern Zeiten läßt sich schon nach wenigen Tagen eine Veränderung deutlich wahrnehmen. Bei einigen Erscheinungen hat man, nachdem der Stern einige Wochen an Helligkeit abgenommen hatte, während mehrerer Tage einen Stillstand oder wenigstens eine kaum merkbare Lichtabnahme wahrgenommen; so im Jahre 1678 und 1847.

Die Helligkeit im Maximum ist, wie schon erwähnt, auch keinesweges immer dieselbe. Bezeichnet man die Helligkeit der schwächsten mit bloßen Augen sichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran (α im Stier), eines Sterns 1ster Größe, mit 50: so hat die Helligkeit von Mira im Maximum zwischen 20 und 47 geschwankt, d. h. zwischen der Helligkeit der Sterne 4ter und 1ster bis 2ter Größe; die mittlere Helligkeit ist 28 oder die des Sterns γ Ceti. Aber fast noch unregelmäßiger hat sich die Dauer der Periode gezeigt; im Mittel beträgt dieselbe 331 Tage 20 Stunden, ihre Schwankungen aber steigen bis auf einen Monat: denn die kürzeste von Einem Maximum bis zum nächsten verlossene Zeit war nur 306 Tage, die längste dagegen 367 Tage. Und noch auffallender werden diese Unregelmäßigkeiten, wenn man die einzelnen Erscheinungen des größten Lichtes selbst mit denjenigen vergleicht, welche statt finden sollten, wenn man diese Maxima unter Annahme einer gleichförmigen Periode berechnet. Die Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung steigen dann auf 50 Tage; und zwar zeigt es sich, daß diese Unterschiede mehrere Jahre hinter einander nahe von derselben Größe und nach derselben Seite hin sind. Dies deutet offenbar auf eine Störung in den Lichterscheinungen hin, welche eine sehr lange Periode hat. Die genauere Rechnung hat aber erwiesen, daß man mit einer Störung nicht ausreicht, sondern mehrere annehmen muß, die freilich aus derselben Ursache herühren können: und zwar eine, die nach 11; eine 2te, die nach 88; eine 3te, die nach 176; und eine 4te, die erst nach 264 Einzel Perioden wiederkehrt. Danach entsteht die S. 474 Num. †) angeführte Sinus-Formel, mit welcher nun die einzelnen Maxima sehr nahe stimmen, obgleich immer noch Abweichungen vorhanden sind, die sich durch Beobachtungsfehler nicht erklären lassen.

2) β Persei, Algol; AR. $44^{\circ} 36'$, Decl. + $40^{\circ} 22'$. Obgleich Geminiano Montanari schon im Jahre 1667 die Veränderlichkeit dieses Sterns bemerkt und Maraldi sie gleichfalls beobachtet hatte, fand doch erst Goodricke im Jahre 1782 die Regelmäßigkeit derselben. Der Grund hiervon ist wohl darin zu suchen, daß der Stern nicht wie die meisten übrigen veränderlichen allmählig an Helligkeit ab- und zunimmt, sondern während 2 Tagen 13

Stunden in der gleichen 2. 3ten Größe glänzt, und nur 7 bis 8 Stunden lang sich in geringerer zeigt, wobei er bis zur 4ten Größe herabsinkt. Die Ab- und Zunahme der Helligkeit ist nicht ganz regelmässig, sondern geht in der Nähe des Minimums rascher vor sich: woher sich auch der Zeitpunkt der geringsten Helligkeit auf 10 bis 15 Min. genau bestimmen läßt. Merkwürdig ist dabei, daß der Stern, nachdem er gegen eine Stunde an Licht zugenommen hat, etwa eben so lange fast in derselben Helligkeit bleibt, und dann erst wieder merklich wächst. Die Dauer der Periode wurde bisher für vollkommen gleichförmig gehalten; und Wurm konnte, indem er sie zu 2 Tagen 21 St. 48 Min. 58 1/2 Sec. annahm, alle Beobachtungen gut darstellen. Eine genauere Berechnung, bei der ein fast doppelt so großer Zeitraum benutzt werden konnte, als der Wurm zu Gebote gestanden, hat aber gezeigt, daß die Periode allmählig kürzer wird. Sie war im Jahre 1784 2 T. 20 St. 48 Min. 59,4 Sec. und im Jahre 1842 nur 2 T. 20 St. 48 Min. 55,2 Sec. Aus den neuesten Beobachtungen wird es außerdem sehr wahrscheinlich, daß auch diese Abnahme der Periode jetzt schneller vor sich geht als früher, so daß also auch bei diesem Sterne mit der Zeit eine Sinus-Formel für die Störung der Periode sich ergeben wird. Diese gegenwärtige Verkürzung der Periode würde sich übrigens erklären lassen, wenn wir annehmen, daß Algol sich uns jedes Jahr etwa 500 Meilen mehr nähert, oder sich um so viel weniger von uns entfernt wie das vorhergehende: indem dann das Licht um so viel früher jedes Jahr zu uns gelangen muß, als die Abnahme der Periode fordert, nämlich ungefähr 12 Tausendtheile einer Secunde. Ist dies der wahre Grund, so muß natürlich mit der Zeit eine Sinus-Formel sich ergeben.

3) χ Cygni, AR. 296° 12', Decl. + 32° 32'. Auch dieser Stern zeigt nahe dieselben Unregelmäßigkeiten wie Mira; die Abweichungen der beobachteten Maxima von den mit einer gleichförmigen Periode berechneten gehen bis auf 40 Tage, werden aber sehr verringert durch Einführung einer Störung von 8 1/2 Einzel-Perioden und einer anderen von 100 solcher Perioden. Im Maximum erreicht der Stern im Mittel die Helligkeit von schwach 5ter Größe, oder eine hellere Stufe als der Stern 17 Cygni. Die Schwankungen sind aber auch hier sehr bedeutend, und sind von 13 Stufen unter der mittleren bis 10 Stufen über derselben beobachtet worden. Wenn der Stern jenes schwächste Maximum hatte, war er dem bloßen Auge ganz unsichtbar, wogegen er im Jahre 1847 volle 97 Tage ohne Fernglas gesehen werden konnte; seine mittlere Sichtbarkeit ist 52 Tage, wovon er im Mittel 20 Tage im Zunehmen und 32 im Abnehmen ist.

4) 30 Hydrae Hevelii, RA. 200° 23', Decl. — 22° 30'. Von diesem Sterne, der wegen seiner Lage am Himmel nur kurze Zeit jedes Jahr zu sehen ist, läßt sich nur sagen, daß sowohl seine Periode als auch seine Helligkeit im Maximum sehr großen Unregelmäßigkeiten unterworfen sind.

5) Leonis R=420 Mayeri; AR. 144° 52', Decl. + 12° 7'. Dieser Stern ist häufig mit den nahe bei ihm stehenden Sternen 18 und 19 Leonis verwechselt und deshalb sehr wenig beobachtet worden; insofern doch hinlänglich, um zu zeigen, daß die Periode ziemlich unregelmässig ist. Auch scheint die Helligkeit im Maximum um einige Stufen zu schwanken.

6) η Aquilae, auch η Antinovi genannt; AR. 296° 12', Decl. + 0° 37'. Die Periode dieses Sterns ist ziemlich gleichförmig 7 T. 4 St. 13 Min. 53 Sec.; aber doch zeigen die Beobachtungen, daß auch in ihr nach längeren Zeiträumen kleine Schwankungen vorkommen, die jedoch nur auf etwa 20 Secunden gehen. Der Lichtwechsel selbst geht so regelmässig vor sich, daß bis jetzt noch keine Abweichungen sichtbar geworden sind, die nicht durch Beobachtungsfehler sich erklären ließen. Im Minimum ist der Stern eine Stufe schwächer als ϵ Aquilae; er nimmt dann erst langsam, darauf rascher, zuletzt wieder langsamer zu: und erreicht 2 T. 9 St. nach dem Minimum seine größte Helligkeit, in der er fast 3 Stufen heller wird als β , aber noch 2 Stufen schwächer bleibt als δ Aquilae. Vom Maximum sinkt die Helligkeit nicht so regelmässig herab, indem sie, wenn der Stern die Helligkeit von β erreicht hat (1 T. 10 St. nach dem Maximum), sich langsamer verändert als vorher und nachher.

7) β Lyrae, AR. 281° 8', Decl. + 33° 11'; ein merkwürdiger Stern dadurch, daß er zwei Maxima und zwei Minima hat. Wenn er im kleinsten Lichte, 1/3 Stufe schwächer als ϵ Lyrae, gewesen ist; steigt er in 3 T. 5 St. bis zu seinem ersten Maximum, in welchem er 1/4 Stufen schwächer bleibt als γ Lyrae. Darauf sinkt er in 3 T. 3 St. zu seinem zweiten Minimum herab, in welchem seine Helligkeit die von ϵ um 5 Stufen übertrifft. Nach weiteren 3 T. 2 St. erreicht er im zweiten Maximum wieder die Helligkeit des ersten, und

sinkt nun in 3 T. 12 St. wieder zur geringsten Helligkeit hinab, so daß er in 12 T. 21 St. 46. Min. 40 Sec. seinen ganzen Lichtwechsel durchläuft. Diese Dauer der Periode gilt aber nur für die Jahre 1840 bis 1844; früher ist sie kürzer gewesen: im Jahre 1784 um $2\frac{1}{2}$ Stunde, 1817 und 1818 um mehr als eine Stunde; und jetzt zeigt sich deutlich wieder eine Verkürzung derselben. Es ist also nicht zweifelhaft, daß auch bei diesem Sterne die Störung der Periode sich durch eine Sinus-Formel wird ausdrücken lassen.

8) δ Cephei, AR. $335^{\circ} 54'$, Decl. $+ 57^{\circ} 39'$; zeigt von allen bekannten Sternen in jeder Hinsicht die größte Regelmäßigkeit. Die Periode von 5 T. 8 St. 47 Min. $39\frac{1}{2}$ Sec. stellt alle Beobachtungen von 1784 bis jetzt innerhalb der Beobachtungsfehler dar; und durch solche können auch die kleinen Verschiedenheiten erklärt werden, welche sich in dem Gange des Lichtwechsels zeigen. Der Stern ist im Minimum $\frac{1}{4}$ Stufen heller als ϵ , im Maximum gleich dem Sterne ϵ desselben Sternbildes; er braucht 1 T. 15 St., um von jenem zu diesem zu steigen, dagegen mehr als das Doppelte dieser Zeit, nämlich 3 T. 18 St., um wieder zum Minimum zurückzukommen; von dieser letzteren Zeit verändert er sich aber 8 Stunden lang fast gar nicht und einen ganzen Tag lang nur ganz unbedeutend.

9) α Herculis, AR. $256^{\circ} 57'$, Decl. $+ 14^{\circ} 34'$; ein sehr rother Doppelstern, dessen Lichtwechsel in jeder Hinsicht sehr unregelmäßig ist. Oft verändert er sein Licht Monate lang fast gar nicht, zu andern Zeiten ist er im Maximum um 5 Stufen heller als im Minimum; daher ist auch die Periode noch sehr unsicher. Der Entdecker hatte sie zu 63 Tagen angenommen; ich anfänglich zu 95, bis eine sorgfältige Berechnung meiner sämmtlichen Beobachtungen während 7 Jahren mir jetzt die im Texte angegebene Periode gegeben hat. Heis glaubt die Beobachtungen durch eine Periode von 184,9 Tagen mit 2 Maximis und 2 Minimis darstellen zu können.

10) Coronae R, AR. $235^{\circ} 36'$, Decl. $+ 28^{\circ} 37'$. Der Stern ist nur zeitweise veränderlich; die angegebene Periode ist von Koch berechnet worden aus seinen eigenen Beobachtungen, die leider verloren gegangen sind.

11) Scuti R, AR. $279^{\circ} 52'$, Decl. $- 5^{\circ} 51'$. Die Helligkeits-Schwankungen dieses Sterns bewegen sich zuweilen nur innerhalb weniger Stufen, während er zu anderen Zeiten von der 5ten bis zur 9ten Größe hinabsinkt. Er ist noch zu wenig beobachtet worden, um zu entscheiden, ob in diesen Abwechselungen eine bestimmte Regel herrscht. Eben so ist auch die Dauer der Periode bedeutenden Schwankungen unterworfen.

12) Virginis R, AR. $187^{\circ} 43'$, Decl. $+ 7^{\circ} 49'$. Er hält seine Periode und Helligkeit im Maximum mit ziemlicher Regelmäßigkeit ein; doch kommen Abweichungen vor, die mir zu groß scheinen, um sie allein Beobachtungsfehlern zuschreiben zu können.

13) Aquarii R, AR. $354^{\circ} 11'$, Decl. $- 16^{\circ} 6'$.

14) Serpentis R, AR. $235^{\circ} 57'$, Decl. $+ 15^{\circ} 36'$.

15) Serpentis S, AR. $228^{\circ} 40'$, Decl. $+ 14^{\circ} 52'$.

16) Cancri R, AR. $122^{\circ} 6'$, Decl. $+ 12^{\circ} 9'$.

Ueber diese vier Sterne, die nur höchst dürftig beobachtet sind, läßt sich wenig mehr sagen, als die Tabelle glebt.

17) α Cassiopeae, AR. $8^{\circ} 0'$, Decl. $+ 55^{\circ} 43'$. Der Stern ist sehr schwierig zu beobachten; der Unterschied zwischen Maximum und Minimum beträgt nur wenige Stufen, und ist außerdem eben so variabel als die Dauer der Periode. Aus diesem Umstande sind die sehr verschiedenen Angaben für dieselbe zu erklären. Die angegebene, welche die Beobachtungen von 1782 bis 1849 genügend darstellt, scheint mir die wahrscheinlichste zu sein.

18) α Orionis, AR. $86^{\circ} 46'$, Decl. $+ 7^{\circ} 22'$. Auch dieses Sterns Lichtwechsel beträgt vom Minimum zum Maximum nur 4 Stufen; er nimmt während $91\frac{1}{2}$ Tage zu an Helligkeit, während $104\frac{1}{2}$ ab, und zwar vom 26sten bis 70sten Tage nach dem Maximum ganz unmerklich. Zeitweise ist seine Veränderlichkeit noch geringer und kaum zu bemerken. Er ist sehr roth.

19) α Hydrae, AR. $140^{\circ} 3'$, Decl. $- 8^{\circ} 1'$; ist von allen veränderlichen am schwierigsten zu beobachten, und die Periode noch ganz unsicher. Sir John Herschel giebt sie zu 29 bis 30 Tagen an.

20) ϵ Aurigae, AR. $72^{\circ} 48'$, Decl. $+ 43^{\circ} 36'$. Der Lichtwechsel dieses Sterns ist entweder sehr unregelmäßig, oder es finden während einer Periode von mehreren Jahren mehrere Maxima und Minima statt, was erst nach Verlauf vieler Jahre wird entschieden werden können.

21) ζ Geminorum, AR. $103^{\circ} 48'$, Decl. $+ 20^{\circ} 47'$. Dieser Stern hat bis jetzt einen

ganz regelmäßigen Verlauf des Lichtwechsels gezeigt. Im Minimum hält seine Helligkeit die Mitte zwischen v und v desselben Sternbildes, im Maximum erreicht sie die von λ nicht völlig; der Stern braucht 4 T. 21 St. zum Hellerwerden und 5 T. 6 St. zum Abnehmen.

22) β Pegasi, AR. $344^{\circ} 7'$, Decl. $+ 27^{\circ} 16'$. Die Periode ist schon ziemlich gut bestimmt, über den Gang des Lichtwechsels läßt sich aber noch nichts sagen.

23) Pegasi R, AR. $344^{\circ} 47'$, Decl. $+ 9^{\circ} 43'$.

24) Cancri S, AR. $128^{\circ} 50'$, Decl. $+ 19^{\circ} 34'$.

Ueber beide Sterne ist noch nichts zu sagen.

Bonn, im August 1850.

Fr. Argelander.

Veränderung des Sternlichtes in unerforschter Periodicität. — Bei der wissenschaftlichen Ergründung wichtiger Naturerscheinungen im Kosmos, sei es in der tellurischen oder in der siderischen Sphäre, gebietet die Vorsicht, nicht allzu früh mit einander zu verketten, was noch in seinen nächsten Ursachen in Dunkel gehüllt ist. Deshalb unterscheiden wir gern: neu erschienene und wieder gänzlich verschwundene Sterne (in der Cassiopea 1572); neu erschienene und nicht wieder verschwundene (im Schwan 1600); veränderliche mit erforschten Perioden (Mira Ceti, Algol); Sterne, deren Licht-Intensität sich verändert, ohne daß in diesem Wechsel bisher eine Periodicität entdeckt worden ist (η Argus). Es ist keineswegs unwahrscheinlich, aber auch nicht nothwendig, daß diese vier Arten der Erscheinungen *) ganz ähnliche Ursachen in der Photosphäre jener fernen Sonnen oder in der Natur ihrer Oberfläche haben. Wie wir die Schilderung der neuen Sterne mit der ausgezeichnetsten dieser Classe von Himmelsbegebenheiten, mit der plötzlichen Erscheinung des Sterns von Tycho, begonnen haben; so beginnen wir, von denselben Gründen geleitet, die Darstellung der Veränderung des Sternlichts bei unerforschter Periodicität mit den noch heut zu Tage fortgehenden unperiodischen Helligkeits-Schwankungen von η Argus. Dieser Stern liegt in der großen und prachtvollen Constellation des Schiffes, der „Freude des südlichen Himmels.“ Schon Halley, als er 1677 von seiner Reise nach der Insel St. Helena zurückkehrte, äußerte viele Zweifel über den Lichtwechsel der Sterne des Schiffes Argo, besonders am Schilde des Vordertheils und am Verdeck (*ἀκτιδιανη* und *κατάστρομα*), deren relative Größenordnung Ptolemäus angegeben hatte †); aber bei der Ungewißheit der Stern-Positionen der Alten, bei den vielen Varianten der Handschriften des Almagest und den unsicheren Schätzungen der Lichtstärke konnten diese Zweifel zu keinen Resultaten führen. Halley hatte η Argus 1677 4ter, Lacaille 1751 bereits 2ter Größe gefunden. Der Stern ging wieder zu seiner früheren schwächeren Intensität zurück, denn Burchell fand ihn während seines Aufenthalts im südlichen Afrika (1811 bis 1815) von der 4ten Größe. Fallows und Brisbane sahen ihn 1822 bis 1826 2^m; Burchell, der sich damals (Febr. 1827) zu S. Paulo in Brasilien befand, 1^m, ganz dem α Crucis gleich. Nach einem Jahr ging der Stern wieder zu 2^m zurück. So fand ihn Burchell in der brasilianischen Stadt Goyaz am 29. Febr. 1828, so führen ihn Johnson und Taylor von 1829 bis 1833 in ihren Verzeichnissen auf. Auch Sir John Herschel schätzte ihn am Vorgebirge der guten Hoffnung von 1834 bis 1837 zwischen 2^m und 1^m.

Als nämlich am 16. December 1837 dieser berühmte Astronom eben sich zu photometrischen Messungen von einer Unzahl telescopischer Sterne 11^m bis 16^m rüstete, welche den herrlichen Nebelstern um η Argus füllen, erstaunte er diesen oft vorher beobachteten Stern zu einer solchen Intensität des Lichtes angewachsen zu finden, daß er fast dem Glanze von α Centauri gleich kam und alle andere Sterne erster Größe außer Canopus und Sirius an Glanz

*) Newton (Philos. Nat. Principia mathem. ed. Le Saur et Jacquier 1760 T. III. p. 671) unterscheidet nur zwei Arten dieser siderischen Erscheinungen: „Stellae fixae quae per vires apparent et evanescent, quaeque paulatim crescant, videntur revolvendo partem lucidam et partem obscuram per vires ostendero.“ Diese Erklärung des Lichtwechsels hatte

schon früher Riccioli vorgetragen. Ueber die Vorsicht, mit welcher Periodicität vorausgesetzt werden muß, s. die wichtigen Betrachtungen von Sir John Herschel in der Caprese § 281.

†) Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II. p. 280 und Hist. de l'Astr. au 18^{me} siècle p. 119.

übertraf. Am 2. Januar 1838 hatte er dieses Mal das Maximum seiner Helligkeit erreicht. Er wurde bald schwächer als Arcturus, übertraf aber Mitte Aprils 1838 noch Aldebaran. Bis März 1843 erhielt er sich in der Abnahme, doch immer als Stern 1^m; dann, besonders im April 1843, nahm wieder das Licht so zu, daß nach den Beobachtungen von Macay in Calcutta und Maclear am Cap γ Argus glänzender als Canopus, ja fast dem Strius gleich wurde*). Diese hier bezeichnete Licht-Intensität hat der Stern fast noch bis zu dem Anfang des laufenden Jahres behalten. Ein ausgezeichnete Beobachter, Lieutenant Gillis, der die astronomische Expedition befehligte, welche die Regierung der Vereinigten Staaten an die Küste von Chili geschickt hat, schreibt von Santiago im Februar 1850: „ γ Argus mit seinem gelblich rothen Lichte, welches dunkler als das des Mars ist, kommt jetzt dem Canopus an Glanz am nächsten, und ist heller als das vereinigte Licht von α Centauri“†). Seit der Erscheinung im Schlangenträger 1604 ist kein Fixstern zu einer solchen Lichtstärke und in einer langen Dauer von nun schon 7 Jahren aufgestrahlt. In den 173 Jahren (von 1677 bis 1850), in welchen wir Nachricht von der Größenordnung des schönen Sterns im Schiffe haben, hat derselbe in der Vermehrung und Verminderung seiner Intensität 8 bis 9 Oscillationen gehabt. Es ist, als ein Antriebsmittel zur dauernden Aufmerksamkeit der Astronomen auf das Phänomen einer großen, aber unperiodischen Veränderung! von γ Argus, ein glücklicher Zufall gewesen, daß die Erscheinung in die Epoche der rühmlichen fünfjährigen Cap-Expedition von Sir John Herschel gefallen ist.

Bei mehreren anderen, sowohl isolirten Fixsternen als von Struve beobachteten Doppelsternen (Stellarum compos. Mensurae microm. p. LXXI—LXXIII), sind ähnliche, noch nicht periodisch erkannte Lichtveränderungen bemerkt worden. Die Beispiele, die wir uns hier anzuführen begnügen, sind auf wirkliche, von demselben Astronomen zu verschiedenen Zeiten angestellten photometrische Schätzungen und Messungen gegründet, keinesweges aber auf die Buchstabenreihen in Bayer's Uranometrie. Argelander hat in der Abhandlung de fide Uranometriae Bayerianae 1842 p. 15 sehr überzeugend erwiesen, daß Bayer gar nicht den Grundsatz befolgt, die hellen Sterne mit den früheren Buchstaben zu bezeichnen, sondern im Gegentheil in derselben Größenklasse die Buchstaben in Reihenfolge der Lage so vertheilt, daß er gewöhnlich vom Kopf der Figur in jeglichem Sternbilde zu den Füßen überging. Die Buchstabenreihe in Bayer's Uranometrie hat lange den Glauben an die Lichtveränderungen verbreitet von α Aquilae, von Castor der Zwillinge und Alpheratz der Wasserschlange.

Struve (1838) und Sir John Herschel sahen Capella an Licht zunehmen. Der letztere findet die Capella jetzt um vieles heller als Wega, da er sie vorher immer für schwächer annahm‡). Eben so auch Galle und Heis in jegiger Vergleichung von Capella und Wega. Der letztere findet Wega um 5 bis 6 Stufen, also mehr als eine halbe Größenklasse, schwächer.

Die Veränderungen in dem Lichte einiger Sterne in den Constellationen des Großen und Kleinen Bären verdienen besondere Aufmerksamkeit. „Der Stern γ Ursae majoris,“ sagt Sir John Herschel, „ist jetzt gewiß unter den 7 hellen Sternen des Großen Bären der vorleuchtendste, wenn 1837 noch ein unbestreitbar den ersten Rang einnahm.“ Diese Bemerkung hat mich veranlaßt, Herrn Heis, der sich so warm und umsichtig mit der Ver-

*) Vergl. Sir John Herschel in der Capreise § 71. — 78 und Outlines of Astr. § 830 (Rosmos Buch I. S. 77 und Anm. *).

†) Brief des Astronomen der Sternwarte zu Washington Lieut. Gillis an Dr. Flügel, Consul der Vereinigten Staaten von Nordamerika zu Leipzig, (Handschrift). Die 8 Monate lang dauernde, ungetrübte Reinheit und Durchsichtigkeit der Atmosphäre in Santiago de Chile ist so groß, daß Lieut. Gillis in dem ersten in Amerika construirten großen Fernrohr von 6½

Loß Oeffnung (construirt von Henry Fitz in New-York und William Young in Philadelphia) den 6ten Stern im Trapezium des Orion deutlich erkannte.

‡) Sir John Herschel, Capreise p. 334, 350 note 1 und 440. (Ueber ältere Beobachtungen von Capella und Wega s. William Herschel in den Philos. Transact. 1797 p. 307, 1799 p. 121 und in Beob's Jahrbuch für 1810 S. 148.) Argelander hegt dagegen vielen Zweifel über die Veränderlichkeit der Capella und der Bärensterne.

änderlichkeit des Sternlichtes beschäftigt, zu befragen. „Aus dem Mittel der 1842 bis 1850 zu Nachen von mir angestellten Beobachtungen,“ schreibt Herr Heis, „ergab sich die Reihenfolge: 1) ϵ Ursae maj. oder Alioth, 2) α oder Dubhe, 3) η oder Benetnasch, 4) ζ oder Mizar, 5) β , 6) γ , 7) δ . In den Helligkeits-Unterschieden dieser 7 Sterne sind sich nahe gleich ϵ , α und η : so daß ein nicht ganz reiner Zustand der Luft die Reihenfolge unsicher machen kann; ζ ist entschieden schwächer als die drei genannten. Die beiden Sterne β und γ , beide merklich schwächer als ζ , sind unter einander fast gleich; δ endlich, in älteren Karten von gleicher Größe mit β und γ angegeben, ist um mehr als eine Größenordnung schwächer als diese Sterne. Veränderlich ist bestimmt ϵ . Obgleich der Stern in der Regel heller als α ist, so habe ich ihn doch in 3 Jahren 5mal entschieden schwächer als α gesehen. Auch β Ursae maj. halte ich für veränderlich, ohne bestimmte Perioden angeben zu können. Sir John Herschel fand in den Jahren 1840 und 1841 β Ursae min. viel heller als den Polarstern, während daß schon im Mai 1846 das Entgegengesetzte von ihm beobachtet wurde. Er vermuthet Veränderlichkeit in β^*). Ich habe seit 1843 der Regel nach Polaris schwächer als β Ursae min. gefunden, aber von October 1843 bis Julius 1849 wurde nach meinen Verzeichnissen Polaris zu 14 Malen größer als β gesehen. Daß wenigstens die Farbe des letztgenannten Sterns nicht immer gleich röthlich ist, davon habe ich mich häufig zu überzeugen Gelegenheit gehabt; sie ist zuweilen mehr oder weniger gelb, zuweilen recht entschieden roth †). Alle mühevollen Arbeiten über die relative Helligkeit der Gestirne werden dann erst an Sicherheit gewinnen, wenn die Reihung nach bloßer Schätzung endlich einmal durch Messungs-Methoden, welche auf die Fortschritte der neueren Optik ‡) gegründet sind, ersetzt werden kann. Die Möglichkeit ein solches Ziel zu erreichen darf von Astronomen und Physikern nicht bezweifelt werden.

Bei der wahrscheinlich großen physischen Ähnlichkeit der Lichtproceße in allen selbstleuchtenden Gestirnen (in dem Centalkörper unseres Planetensystems und den fernen Sonnen oder Fixsternen) hat man längst mit Recht darauf hingewiesen ||), wie bedeutungs- und andnungsoll der periodische oder unperiodische Lichtwechsel der Sterne ist für die Klimatologie im allgemeinen, für die Geschichte des Luftkreises, d. i. für die wechselnde Wärmemenge, welche unser Planet im Lauf der Jahrtausende von der Ausstrahlung der Sonne empfangen hat; für den Zustand des organischen Lebens und dessen Entwicklungsformen unter verschiedenen Breitengraden. Der veränderliche Stern am Halse des Wallfisches (Mira Ceti) geht von der 2ten Größe bis zur 11ten, ja bis zum Verschwinden herab; wir haben eben gesehen, daß η des Schiffes Argo von der 4ten Größe bis zur 1sten, und unter den Sternen dieser Ordnung bis zum Glanz von Canopus, fast bis zu dem von Sirius sich erhoben hat. Wenn je auch nur ein sehr geringer Theil der hier geschilderten Veränderungen in der Intensität der Licht- und Wärmestrahlung nach ab- oder aufsteigender Scala unsere Sonne angewandelt hat (und warum sollte sie von anderen Sonnen verschieden sein?); so kann eine solche Anwandlung, eine solche Schwächung oder Belebung der Lichtproceße doch mächtigere, ja furchtbarere Folgen für unsere Planeten gehabt haben, als zur Erklärung aller geognostischen Verhältnisse und alter Erd-Revolutionen erforderlich sind. William Herschel und Laplace haben zuerst diese Betrachtungen angeregt. Wenn ich hier bei denselben länger verweilt bin, so ist es nicht darum geschehen, weil ich in ihnen ausschließlich die Lösung der großen Probleme der Wärme-Veränderung auf un-

*) Capreise 2 259 No. 260.

†) Heis in handidr. Notizen vom Mai 1850. Vgl. auch Capreise p. 325 und P. von Boguslawski, Uranus für 1848 p. 186. (Die behauptete Veränderlichkeit von η , α und β Ursae maj. ist auch bestätigt in Outlines p. 559.) Ueber die Reihenfolge der Sterne, welche vermöge ihrer Nähe nach und nach den Nordpol bezeichnen werden, bis nach 12000 Jahren Vega der

Leier, der prachsvollste aller möglichen Polarsterne, die Stelle einnehmen wird, s. Mädler, Astr. S. 432.

‡) Kosmos Buch III. S. 433.

||) William Herschel on the Changes that happen to the Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1796 p. 186; Sir John Herschel in der Capreise p. 350-352 wie auch in Mary Somerville's vortheilhafter Schrift: Connexion of the Physical Sciences 1846 p. 407.

ferem Erdkörper suche. Auch die primitive hohe Temperatur des Planeten, in seiner Bildung und der Verdichtung der sich ballenden Materie gegründet; die Wärmestrahlung der tiefen Erdschichten durch offene Klüfte und unausgefüllte Gangspalten; die Verstärkung electrischer Ströme; eine sehr verschiedene Vertheilung von Meer und Land konnten in den frühesten Epochen des Erbelbens die Wärme-Vertheilung unabhängig machen von der Breite, d. h. von der Stellung gegen einen Centralkörper. Kosmische Betrachtungen dürfen sich nicht einseitig auf astrognostische Verhältnisse beschränken.

V.

Eigene Bewegung der Fixsterne. — Problematische Existenz dunkler Weltkörper. — Parallaxe. — Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. — Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel.

Neben den Veränderungen der Lichtstärke zeigt der Fixsternhimmel, als solcher und im Widerspruch mit seiner Benennung, auch Veränderungen durch die perpetuirlich fortschreitende Bewegung der einzelnen Fixsterne. Es ist schon früher daran erinnert worden, wie, ohne daß dadurch im allgemeinen das Gleichgewicht der Sternsysteme gestört werde, sich kein fester Punkt am ganzen Himmel befindet; wie von den hellen Sternen, welche die ältesten unter den griechischen Astronomen beobachtet haben, keiner seinen Platz im Welt- raume unverändert behauptet hat. Die Ortsveränderung ist in zweitausend Jahren bei Arctur, bei μ der Cassiopea und bei einem Doppelstern im Schwan durch Anhäufung der jährlichen eigenen Bewegung auf $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ und 6 Vollmond-Breiten angewachsen. Nach dreitausend Jahren werden etwa 20 Fixsterne ihren Ort um 1° und mehr verändert haben *). Da nun die gemessenen eigenen Bewegungen der Fixsterne von $\frac{1}{20}$ bis 7,7 Sekunden steigen (also im Verhältniß von wenigstens 1 : 154 verschieden sind), so bleiben auch der relative Abstand der Fixsterne unter einander und die Configuration der Constellationen in langen Perioden nicht dieselben. Das südliche Kreuz in der Gestalt, welche jetzt dies Sternbild zeigt, nicht immer am Himmel glänzen: da die 4 Sterne, welche es bilden, mit ungleicher Geschwindigkeit eines verschiedenen Weges wandeln. Wie viele Jahrtausende bis zur völligen Auflösung verfließen werden, ist nicht zu berechnen. In den Raumverhältnissen und in der Zeitdauer giebt es kein absolutes Großes und Kleines.

Will man unter einem allgemeinen Gesichtspunkt zusammenfassen, was an dem Himmel sich verändert und was im Lauf der Jahrhunderte den physiognomischen Charakter der Himmelsbede, den Anblick des Firmaments an einem bestimmten Orte, modificirt; so muß man aufzählen als wirksame Ursachen solcher Veränderung: 1) das Vorrücken der Nachtgleichen und das Wanken der Erdbachse, durch deren gemeinsame Wirkung neue Sterne am Horizont aufsteigen, andere unsichtbar werden; 2) die periodische und unperiodische Veränderung der Lichtstärke vieler Fixsterne; 3) das Auslodern neuer Sterne, von denen einige wenige am Himmel verblieben sind; 4) das Kreifen telescopischer Doppelsterne um einen gemeinsamen Schwerpunkt. Zwischen diesen sich langsam und ungleich in Lichtstärke und Position verändernden sogenannten Fixsternen vollenden ihren schnelleren Lauf 20 Hauptplaneten, von denen fünf zusammen 20 Satelliten darbieten. Es bewegen sich also außer den ungezählten, gewiß auch rotirenden Fixsternen 40 bis jetzt (October 1850) aufgefundenen planetarische Körper. Zur Zeit des Copernicus und des großen Vervollkommners der Beobachtungskunst Tycho waren nur 7 bekannt. Fast 200 berechnete Cometen, deren 5 von kurzem Umlauf und innere, d. h. zwischen den Bahnen der Hauptplaneten eingeschlossene, sind, hätten hier ebenfalls noch als planetarische Körper

*) Ende, Betrachtungen über die Anordnung des Sternsystems 1844 S. 12 (P o s s o s Buch III. S. 397); Mädler, Astr. S. 446.

aufgeführt werden können. Sie beleben während ihres meist kurzen Erscheinens, wenn sie dem bloßen Auge sichtbar werden, nächst den eigentlichen Planeten und den neuen als Sterne erster Größe plötzlich auslobernden Weltkörpern, am anziehendsten das an sich schon reiche Bild des gestirnten Himmels, ich hätte fast gesagt dessen landschaftlichen Eindruck.

Die Kenntniß der eigenen Bewegung der Fixsterne hängt geschichtlich ganz mit den Fortschritten zusammen, welche die Beobachtungskunst durch Vervollkommnung der Werkzeuge und der Methoden gemacht hat. Das Auffinden dieser Bewegung wurde erst möglich, als man das Fernrohr mit getheilten Instrumenten verband; als von der Sicherheit einer Bogen-Minute, die zuerst mit großer Anstrengung Tycho auf der Insel Hveen seinen Beobachtungen zu geben vermochte, man allmählig zur Sicherheit von einer Secunde und von Theilen dieser Secunde herabstieg; oder durch eine lange Reihe von Jahren getrennte Resultate mit einander vergleichen konnte. Eine solche Vergleichung stellte Halley mit den Positionen des Sirius, Arcturus und Aldebaran an, wie sie Ptolemäus in seinen Hipparchischen Catalogus, also vor 1844 Jahren, eingetragen hatte. Er glaubte sich durch dieselbe berechtigt (1717) eine eigene Bewegung in den eben genannten drei Fixsternen zu verkündigen *). Die große und verdiente Achtung, welche selbst noch lange nach den Beobachtungen von Flamsteed und Bradley den im Triduum von Römer enthaltenen Rectascensionen gespendet wurde, regte Tobias Mayer (1756), Maskelyne (1770) und Piazzi (1800) an, Römer's Beobachtungen mit den späteren zu vergleichen †). Die eigene Bewegung der Sterne wurde dergestalt schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in ihrer Allgemeinheit anerkannt; aber die genaueren und numerischen Bestimmungen dieser Classe von Erscheinungen veranlaßte man erst 1783 der großen Arbeit von William Herschel, auf Flamsteeds Beobachtungen ‡) gegründet, wie in noch weit höherem Grade Bessel's und Argelander's glücklicher Vergleichung von Bradley's Stern-Positionen für 1755 mit den neueren Catalogen.

Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat für die physische Astronomie eine um so höhere Wichtigkeit, als dieselbe zu der Kenntniß der Bewegung unseres eigenen Sonnensystems durch die sterngefüllten Welträume, ja zu der genauen Kenntniß der Richtung dieser Bewegung geleitet hat. Wir würden nie irgend etwas von dieser Thatsache erfahren haben, wenn die eigene fortschreitende Bewegung der Fixsterne so gering wäre, daß sie allen unseren Messungen entginge. Das eifrige Bestreben, diese Bewegung in Quantität und Richtung, die Parallaxe der Fixsterne und ihre Entfernung zu ergründen, hat am meisten dazu beigetragen, durch Vervollkommnung der mit den optischen Instrumenten verbundenen Bogentheilungen und der micrometrischen Hilfsmittel, die Beobachtungskunst auf den Punkt zu erheben, zu dem sie sich, bei scharfsinniger Benutzung von großen Meridiankreisen, Refractoren und Heliometern (vorzugeweise seit dem Jahre 1830), emporgeschwungen hat.

Die Quantität der gemessenen eigenen Bewegung wechselt, wie wir schon im Eingange dieses Abschnitts bemerkt, von dem 20sten Theil einer Secunde bis zu fast 8". Die leuchtenderen Sterne haben größtentheils dabei schwächere Bewegung als Sterne 5ter bis 6ter und 7ter Größe ||). Die 7 Sterne, welche eine ungewöhnlich große eigene Bewegung offenbart haben, sind: Arcturus 1" (2", 25); α Centauri 1" (3", 58 ¶); μ Cassiopeae 6"

*) Halley, in den Philos. Transact. for 1717-1719 Vol. XXX. p. 736. Die Betrachtung bezog sich aber bloß auf die Variationen in der Breite; Jacques Cassini fügte zuerst Variationen in der Länge hinzu (Urago im Annuaire pour 1842 p. 387).

†) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 458; derselbe in der Hist. de l'Astr. au 18^{ten} siècle p. 448.

‡) Philos. Transact. Vol. LXXIII p. 138.

||) Bessel im Jahrbuch von Schumacher für 1839 S. 38; Urago, Annuaire pour 1842 p. 389.

¶) S. über α Cent. Henderson und Maclear in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. XI. p. 61 und Piazzi Smyth in den Edinb. Transact. Vol. XVI. 447. Die Eigenbewegung des Arcturus, 2", 25 (Baillv in denselben Memoirs Vol. V. p. 165), kann, als die eines sehr hellen Sternes, im Vergleich mit Aldebaran: 0", 185 (Mädler, Centralsonne S. 11), und α Lyrae: 0", 400, groß genannt werden. Unter den Sternen erster Größe macht α Centauri mit der sehr starken Eigenbewegung 3", 58 eine sehr merkwürdige Ausnahme. Die eigene Bewegung des Doppelstern-

(3",74); der Doppelstern δ des Erldanus 5. 4^m (4", 08); der Doppelstern 61 des Schwans 5. 6^m (5", 123), von Bessel 1812 durch Vergleichung mit Bradley's Beobachtungen anerkannt; ein Stern auf der Grenze der Jagdhunde*) und des Großen Bären, No. 1830 des Catalogs der Circumpolarsterne von Groombridge 7^m (nach Argelander 6", 974); ϵ Indi (7", 74) nach D'Arrest †); 2151 Puppis des Schiffes 6^m (7", 871). Das arithmetische Mittel ‡) der einzelnen Eigenbewegungen der Fixsterne aus allen Zonen, in welche Mäbler die Himmelskugel getheilt hat, würde kaum 0", 102 übersteigen.

Eine wichtige Untersuchung über die „Veränderlichkeit der eigenen Bewegungen von Procyon und Sirius“ hat Bessel, dem größten Astronomen unserer Zeit, im Jahr 1844, also kurz vor dem Beginnen seiner tödtlichen, schwerhastigen Krankheit, die Ueberzeugung aufgedrängt: „daß Sterne, deren veränderliche Bewegungen in den vervollkommensten Instrumenten bemerkbar werden, Theile von Systemen sind, welche, vergleichungsweise mit den großen Entfernungen der Sterne von einander, auf kleine Räume beschränkt sind.“ Dieser Glaube an die Existenz von Doppelsternen, deren einer ohne Licht ist, war in Bessel, wie meine lange Correspondenz mit ihm bezeugt, so fest, daß sie, bei dem großen Interesse, welches ohnedies jede Erweiterung der Kenntniß von der physischen Beschaffenheit des Fixsternhimmels erregt, die allgemeinste Aufmerksamkeit auf sich zog. „Der anziehende Körper,“ sagt der berühmte Beobachter, „muß entweder dem Fixsterne, welcher die merkliche Veränderung zeigt, oder der Sonne sehr nahe sein. Da nun aber ein anziehender Körper von beträchtlicher Masse in sehr kleiner Entfernung von der Sonne sich in den Bewegungen unseres Planetensystems nicht verrathen hat, so wird man auf seine sehr kleine Entfernung von einem Sterne, als auf die einzig statthafte Erklärung der im Laufe eines Jahrhunderts merklich werdenden Veränderung in der eigenen Bewegung des letzteren, zurückgewiesen ||.“ In einem Briefe an mich (Juli 1844) heißt es (ich hatte scherzend einige Besorgniß über die Gespensterwelt der dunklen Gestirne geäußert): „Allerdings beharre ich in dem Glauben, daß Procyon und Sirius wahre Doppelsterne sind, bestehend aus einem sichtbaren und einem unsichtbaren Sterne. Es ist kein Grund vorhanden, das Leuchten für eine wesentliche Eigenschaft der Körper zu halten. Daß zahllose Sterne sichtbar sind, beweist offenbar nichts gegen das Dasein eben so zahlloser unsichtbarer. Die physische Schwierigkeit, die einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung, wird befriedigend durch die Hypothese dunkler Sterne beseitigt. Man kann die einfache Voraussetzung nicht tabeln, daß eine Veränderung der Geschwindigkeit nur in Folge einer Kraft statt findet und daß die Kräfte nach den Newtonischen Gesetzen wirken.“

Ein Jahr nach Bessel's Tode hat Fuß auf Struve's Veranlassung die Untersuchung über die Anomalien von Procyon und Sirius, theils durch neue Beobachtungen am Erzel'schen Meridian-fernrohr zu Pulkowa, theils durch Reductionen und Vergleichung mit dem früher Beobachteten, erneuert. Das Resultat ist nach der Meinung von Struve und Fuß ¶) gegen die Bessel'sche Behauptung ausgefallen. Eine große Arbeit, die Peters in Königsberg eben vollendet hat, rechtfertigt die Bessel'schen Behauptungen; wie eine ähnliche von Schubert, dem Calculator am nordamerikanischen Nautical Almanac.

Der Glaube an die Existenz nicht leuchtender Sterne war schon im griechischen Alterthume und besonders in der frühesten christlichen Zeit verbreitet. Man nahm an, daß „zwischen den feurigen Sternen, die sich von den Dünsten nähren, sich noch einige andere erdartige Körper bewegen, welche uns unsichtbar bleiben **).“ Das völlige Verlöschen der

Systems des Schwans beträgt nach Bessel (Schum. Astr. Nachr. Bd. XVI. S. 93) 5", 123.

*) Schumacher's Astr. Nachr. No. 455.

†) M. a. D. No. 618 S. 276. D'Arrest gründet das Resultat auf Vergleichen von Lacaille (1750) mit Brisbane (1825) und von Brisbane mit Taylor (1835). Der Stern 2151 Puppis des Schiffes hat Eigenbewegung 7", 871 und ist 6^m (Macleay in Mäbler's Unterf. über die Fixstern-Systeme Th. II. S. 5).

‡) Schum. Astr. Nachr. No. 661 S. 201.

§) M. a. D. No. 514-516.

¶) Struve, Etudes d'Astr. stellaire, Texte p. 47, Notes p. 26 und 51-57: Sir John Herschel, Outl. p. 859 und 860.

**) Drigenes in Gronov. Thesaur. T. X p. 271.

neuen Sterne, besonders der von Tycho und Kepler so sorgfältig beobachteten in der Cassiopea und im Schlangenträger, schien dieser Meinung eine festere Stütze zu geben. Weil damals vermuthet wurde, der erste dieser Sterne sei schon zweimal vorher und zwar in Abständen von ungefähr 300 Jahren aufgelodert, so konnte die Idee der Vernichtung und völligen Auflösung keinen Beifall finden. Der unsterbliche Verfasser der *Mécanique céleste* gründet seine Ueberzeugung von dem Dasein nicht leuchtender Massen im Weltall auf dieselben Erscheinungen von 1572 und 1604. „*Ces astres devenus invisibles après avoir surpassé l'éclat de Jupiter même, n'ont point changé de place durant leur apparition.* (Der Lichtproceß hat bloß in ihnen aufgehört.) *Il existe donc dans l'espace céleste des corps opaques aussi considérables et peut-être en aussi grands nombres que les étoiles*).*“ Ebenso sagt Mädler in den Untersuchungen über die Fixstern-Systeme †): „Ein dunkler Körper könnte Centralkörper sein; er könnte wie unsere Sonne in unmittelbarer Nähe nur von dunklen Körpern, wie unsere Planeten sind, umgeben sein. Die von Bessel angedeuteten Bewegungen von Sirius und Procyon nöthigen (?) sogar zu der Annahme, daß es Fälle giebt, wo leuchtende Körper die Satelliten dunkler Massen bilden.“ Es ist schon früher erinnert worden, daß solche Massen von einigen Anhängern der Emanations-Theorie für zugleich unsichtbar und doch lichtstrahlend gehalten werden: unsichtbar, wenn sie von so ungeheuren Dimensionen sind, daß die ausgesandten Lichtstrahlen (Licht-Moleculen), durch Anziehungskräfte zurückgehalten, eine gewisse Grenze nicht überschreiten können ‡). Giebt es, wie es wohl annehmbar ist, dunkle, unsichtbare Körper in den Welträumen, solche, in welchen der Proceß lichterzeugender Schwingungen nicht statt findet; so müssen diese dunklen Körper nicht in den Umfang unseres Planeten- und Cometen-Systems fallen oder doch nur von sehr geringer Masse sein, weil ihr Dasein sich uns nicht durch bemerkbare Störungen offenbart.

Die Untersuchung der Bewegung der Fixsterne in Quantität und Richtung (der wahren ihnen eigenen Bewegung wie der bloß scheinbaren, durch Veränderung des Orts der Beobachtung in der durchlaufenen Erdbahn hervorgerufenen), die Bestimmung der Entfernung der Fixsterne von der Sonne durch Ergründung ihrer Parallaxen, die Vermuthungen über den Ort im Weltraum, nach dem hin unser Planetensystem sich bewegt: sind drei Aufgaben der Astronomie, welche durch die Hülfsmittel der Beobachtung, deren man sich zu ihrer theilweisen Lösung glücklich bedient hat, in naher Verbindung mit einander stehen. Jede Vervollkommenung der Instrumente und der Methoden, die man zur Förderung einer dieser schwierigen und verwickelten Arbeiten angewandt, ist für die andere ersprießlich geworden. Ich ziehe vor mit den Parallaxen und der Bestimmung des Abstandes einiger Fixsterne zu beginnen, um das zu vervollständigen, was sich vorzugsweise auf unsere jegige Kenntniß der isolirt stehenden Fixsterne bezieht.

Schon Galilei hat in dem Anfang des 17ten Jahrhunderts die Idee angeregt, den „gewiß überaus ungleichen Abstand der Fixsterne von dem Sonnensysteme zu messen;“ ja schon zuerst mit großem Scharfsinn das Mittel angegeben die Parallaxe aufzufinden: nicht durch die Bestimmung der Entfernung eines Sternes vom Scheitelpunkte oder dem Pole, sondern „durch sorgfältige Vergleichung eines Sternes mit einem anderen, sehr nahe stehenden.“ Es ist in sehr allgemeinen Ausdrücken die Angabe des micrometrischen Mittels, dessen sich später William Herschel (1781), Struve und Bessel bedient haben. „*Perché io non credo,*“ sagt Galilei ||) in dem dritten Gespräche (*Giornata terza*), „*che tutte le*

*) Laplace, *Expos. du Syst. du Monde* 1824 p. 395. Lambert zieht in den kosmologischen Briefen eine auffallende Neigung zur Annahme großer, dunkler Weltkörper.

†) Mädler, *Untersuch. über die Fixstern-Systeme* Th. II. (1848) S. 3 und dessen *Astronomie*, S. 416.

‡) Vergl. Kosmos Buch III. S. 428 und Anm.;

Laplace in Zach's *Allg. geogr. Ephem.* Bd. IV. S. 1; Mädler, *Astr.* S. 393.

||) *Opere di Galileo Galilei* Vol. XII. Milano 1811 p. 206. Diese denkwürdige Stelle, welche die Möglichkeit und das Project einer Messung ausdrückt, ist von Arago aufgefunden worden; -f. *Annuaire pour* 1842 p. 382.

stelle siano sparse in una sferica superficie *egualmente distanti da un centro*; ma stimo, che le loro lontananze da noi siano talmente varie, che alcune ve ne possano esser 2 e 3 volte più remote di alcune altre; talehè quando si trovasse col Telescopio *qualche picciolissima stella vicinissima ad alcuna delle maggiori*, e che però quella fusse altissima, *potrebbe accadere, che qualche sensibil mutazione succedesse tra di loro.*“ Mit dem copernicanischen Weltssysteme war dazu noch gleichsam die Forderung gegeben, durch Messungen numerisch den Wechsel der Richtung nachzuweisen, welchen die halbjährige Ortsveränderung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne in der Lage der Fixsterne hervorbringen müsse. Da die von Kepler so glücklich benutzten Tychonischen Winkel-Bestimmungen, wenn sie gleich bereits (wie schon einmal bemerkt) die Sicherheit von einer Bogen-Minute erreichten, noch keine parallaxische Veränderung in der scheinbaren Position der Fixsterne zu erkennen gaben; so diente den Copernicanern lange als Rechtfertigung der beruhigende Glaube, daß der Durchmesser der Erdbahn ($41\frac{1}{3}$ Millionen geogr. Meilen) zu gering sei in Verhältniß der übergroßen Entfernung der Fixsterne.

Die Hoffnung der Bemerkbarkeit einer Parallaxe mußte demnach als abhängig erkannt werden von der Vervollkommenung der Seh- und Meßinstrumente und von der Möglichkeit sehr kleine Winkel mit Sicherheit zu bestimmen. So lange man nur einer Minute gewiß war, bezugte die nicht bemerkte Parallaxe nur, daß die Fixsterne über 3438 Erdweiten (Halbmesser der Erdbahn, Abstand der Erde von der Sonne) entfernt sein müssen*). Diese untere Grenze der Entfernungen stieg bei der Sicherheit einer Secunde in den Beobachtungen des großen Astronomen James Bradley bis 206265; sie stieg in der glänzenden Epoche Fraunhofer'scher Instrumente (bei unmittelbarer Messung von ohngefähr dem 10ten Theil einer Bogen-Secunde) bis 2062648 Erdweiten. Die Bestrebungen und so scharfsinnig ausgedachten Zenithal-Vorrichtungen von Newton's großem Zeitgenossen Robert Hooke (1669) führten nicht zum bezweckten Ziele. Picard, Horrebow, welcher Römer's gerettete Beobachtungen bearbeitete, und Flamsteed glaubten Parallaxen von mehreren Secunden gefunden zu haben, weil sie die eigenen Bewegungen der Sterne mit den wahren parallaxischen Veränderungen verwechselten. Dagegen war der scharfsinnige John Michell (Phil. Tr. 1767 Vol. LVII. p. 234—264) der Meinung, daß die Parallaxen der nächsten Fixsterne geringer als $0'', 02$ sein müßten und dabei nur „durch 12000malige Vergrößerung erkennbar“ werden könnten. Bei der sehr verbreiteten Meinung, daß der vorzügliche Glanz eines Sterns immer eine geringere Entfernung andeuten müsse, wurden Sterne erster Größe: Vega, Aldebaran, Sirius und Procyon, der Gegenstand nicht glücklicher Beobachtungen von Calandrelli und dem verdienstvollen Piazzi (1805). Sie sind denen beizuzählen, welche (1815) Brintley in Dublin veröffentlichte und die 10 Jahre später von Pond und besonders von Viry widerlegt wurden. Eine sichere, befriedigende Kenntniß von Parallaxen beginnt erst, auf micrometrische Abstands-Messungen gegründet, zwischen den Jahren 1832 und 1838.

Obgleich Peters †) in seiner wichtigen Arbeit über die Entfernung der Fixsterne (1846) die Zahl der schon aufgefundenen Parallaxen zu 33 angiebt, so beschränken wir uns hier auf die Angabe von 9, die ein größeres, doch aber sehr ungleiches Vertrauen verdienen und die wir nach dem ohngefähren Alter ihrer Bestimmungen aufführen:

Den ersten Platz verdient der durch Bessel so berühmt gewordene 61ste Stern im Sternbilde des Schwans. Der Königsberger Astronom hat schon 1812 die große eigene Bewegung, aber erst 1838 die Parallaxe dieses Doppelsternes (unter 6ter Größe) durch Anwendung des Heliometers bestimmt. Meine Freunde Arago und Mathieu machten von August 1812 bis November 1813 eine Reihe zahlreicher Beobachtungen, indem sie zur Auffindung der Parallaxe die Entfernung des Sterns 61 Cygni vom Scheitelpunkt maßen. Sie

*) Bessel in Schumacher's Jahrb. für 1839 S. 5 | †) Struve, Astr. stell. p. 104. und 11.

gelangten durch ihre Arbeit zu der sehr richtigen Vermuthung, daß die Parallaxe jenes Fixsterns geringer als eine halbe Secunde sei*). Noch in den Jahren 1815 und 1816 war Bessel, wie er sich selbst ausdrückt, „zu keinem annehmbaren Resultate“ gekommen †). Erst die Beobachtungen von Aug. 1837 bis Oct. 1838 führten ihn durch Benutzung des 1829 aufgestellten großen Heliotometers zu der Parallaxe von $0'',3483$, der ein Abstand von 592200 Erdweiten und ein Lichtweg von $9\frac{1}{4}$ Jahren entsprechen. Peters bestätigte (1842) diese Angabe, indem er $0'',3490$ fand, aber später das Bessel'sche Resultat durch Wärme-Correction in $0'',3744$ umwandelte ‡).

Die Parallaxe des schönsten Doppelsternes am südlichen Himmel, α Centauri, ist durch Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung von Henderson 1832, von Maclear 1839 zu $0'',9128$ bestimmt worden §). Er ist demnach der nächste aller bisher gemessenen Fixsterne, dreimal näher als 61 Cygni.

Die Parallaxe von α Lyrae ist lange der Gegenstand der Beobachtungen von Struve gewesen. Die früheren Beobachtungen (1836) gaben ¶) zwischen $0'',07$ und $0'',18$: spätere $0'',2613$ und einen Abstand von 771400 Erdweiten mit einem Lichtweg von 12 Jahren**); aber Peters hat den Abstand dieses hellleuchtenden Sternes noch viel größer gefunden, da er die Parallaxe nur zu $0'',103$ angiebt. Dieses Resultat contrastirt mit einem anderen Stern 1^m (α Centauri) und einem 6^m (61 Cygni).

Die Parallaxe des Polarsterns ist von Peters nach vielen Vergleichen in den Jahren 1818 bis 1838 zu $0'',106$ bestimmt worden, und um so befriedigender, als sich aus denselben Vergleichen die Aberration $20'',455$ ergibt ††).

Die Parallaxe von Arcturus ist nach Peters $0'',127$ (Rümker's frühere Beobachtungen am Hamburger Meridiankreise hatten sie um vieles größer gegeben). Die Parallaxe eines anderen Sternes erster Größe, Capella, ist noch geringer: nach Peters $0'',046$.

Der Stern 1830 des Catalogus von Groombridge, welcher nach Argelander unter allen bisher am Firmament beobachteten Sternen die größte eigene Bewegung zeigte, hat eine Parallaxe von $0'',226$, nach 48 von Peters in den Jahren 1842 und 1843 sehr genau beobachteten Zenithal-Distanzen. Faye hatte sie 5mal größer ($1'',08$) geglaubt, größer als die Parallaxe von α Centauri ‡‡).

*) Arago in der *Connaissance des tems* pour 1834 p. 281: „Nous observâmes avec beaucoup de soin, Mr. Mathieu et moi, pendant le mois d'août 1812 et pendant le mois de novembre suivant, la hauteur angulaire de l'étoile au-dessus de l'horizon de Paris. Cette hauteur, à la seconde époque, ne surpassa la hauteur angulaire à la première que de $0'',66$. Une parallaxe absolue d'une seule seconde aurait nécessairement amené entre ces deux hauteurs une différence de $1'',2$. Nos observations n'indiquent donc pas que le rayon de l'orbite terrestre, que 39 millions de lieues soient vus de la 61^e du Cygne sous un angle de plus d'une demi-seconde. Mais une base vue perpendiculairement soutient un angle d'une demi-seconde quand on en est éloigné de 412 mille fois sa longueur. Donc la 61^e du Cygne est au moins à une distance de la Terre égale à 412 mille fois 39 millions de lieues.“

†) Bessel veröffentlichte in Schum. Jahrb. 1839 S. 39–49 und in den Astr. Nachr. No. 366 das Resultat $0'',3136$ als eine erste Annäherung. Sein schließliches späteres Resultat war $0'',3483$ (Astr. Nachr. No. 402 in Bd. XVII. S. 274). Peters fand durch eigene Beobachtung fast identisch $0'',3490$ (Struve, Astr. stell. p. 99). Die Aenderung, welche nach Bessel's Tode Prof. Peters mit der Bessel'schen Berechnung der durch das Königsberger Heliotometer erhaltenen Winkelmessungen gemacht hat, beruht darauf, daß Bessel (Astr. Nachr. Bd. XVII. S. 267) versprach, den Einfluß der Temperatur auf die Resultate des Heliotometers einer noch-maligen Untersuchung zu unterwerfen. Das hat er al-

lerdings auch theilweise in dem 1sten Bande seiner astronomischen Untersuchungen gethan, er hat aber die Temperatur-Correction nicht auf Parallaxen-Beobachtungen angewandt. Diese Anwendung ist von Peters (Ergänzungsheft zu den Astr. Nachr. 1849 S. 56) geschehen, und dieser ausgezeichnete Astronom findet durch die Temperatur-Correctionen $0'',3744$ statt $0'',3483$.

‡) Diese $0'',3744$ geben nach Argelander: Abstand des Doppelsterns 61 Cygni von der Sonne 550900 mittlere Abstände der Erde von der Sonne, oder 11394000 Millionen Meilen; eine Distanz, die das Licht in 3177 mittleren Tagen durchläuft. Durch die drei aufeinander folgenden Angaben der Bessel'schen Parallaxen: $0'',3136$; $0'',3483$ und $0'',3744$, ist uns (scheinbar) der berühmte Doppelstern allmählig näher gekommen, in Lichtwegen von $10,9\frac{1}{4}$ und $8\frac{1}{10}$ Jahren.

§) Sir John Herschel, Outlines p. 545 und 551. Wäbler (Astr. S. 425) giebt für α Cent. statt $0'',9128$ die Parallaxe $0'',9213$.

¶) Struve, Stoll. compos. Mens. microm. p. CLXIX–CLXXII. Wiry hält die Parallaxe von α Lyrae, welche Peters schon bis $0'',1$ vermindert hat, für noch kleiner: d. h. für zu gering, um für unsere jetzigen Instrumente meßbar zu sein. (Mem. of the Royal Astr. Soc. Vol. X. p. 270.)

**) Struve über Micrometer-Messungen im großen Refractor der Dorpater Sternwarte (Oct. 1839) in Schum. Astr. Nachr. No. 396 S. 178.

††) Peters in Struve, Astr. stell. p. 100.

‡‡) W. a. D. p. 101.

Firsterne.	Parallaxen.	Wahrscheinliche Fehler.	Namen der Beobachter.
α Centauri	0",913	0",070	Henderson und Maclear
61 Cygni	0",3744	0",020	Bessel
Sirius	0",230		Henderson
1830 Groombridge	0",226	0",141	Peters
ϵ Ursae maj.	0",133	0",106	Peters
Arcturus	0",127	0",073	Peters
α Lyrae	0",207	0",038	Peters
Polaris	0",106	0",012	Peters
Capella	0",046	0",200	Peters.

Die bisher erlangten Resultate ergeben gar nicht im allgemeinen, daß die hellsten Sterne zugleich die uns näheren sind. Wenn auch die Parallaxe von α Centauri die größte aller bis jetzt bekannten ist, so haben dagegen Vega der Leier, Arcturus und besonders Capella eine 3- bis 8mal kleinere Parallaxe als ein Stern 6ter Größe im Schwan. Auch die zwei eben genannte Stern des Schwans (Bewegung von 5",123 im Jahr) und No. 1830 von Groombridge, den man in Frankreich „Argelander's Stern“ nennt (Bewegung 6",974); sind der Sonne 3- und 4mal so fern als α Centauri mit der eigenen Bewegung von 3",58. Volum, Masse, Intensität des Lichtprocesses, eigene Bewegung *) und Abstand von unserem Sonnensystem stehen gewiß in mannigfach verwidelttem Verhältnisse zu einander. Wenn es daher auch im allgemeinen wahrscheinlich sein mag, daß die hellsten Sterne die näheren sind; so kann es doch im einzelnen sehr entfernte kleine Sterne geben, deren Photosphäre und Oberfläche nach der Natur ihrer physischen Beschaffenheit einen sehr intensiven Lichtproceß unterhalten. Sterne, die wir ihres Glanzes wegen zur ersten Ordnung rechnen, können uns daher entfernter liegen als Sterne 4ter bis 6ter Größe. Steigen wir von der Betrachtung der großen Sternensicht, von welcher unser Sonnensystem ein Theil ist, zu dem untergeordneten Particular-Systeme unserer Planetenwelt oder zu dem noch tieferen der Saturns- und Jupitersmonde stufenweise herab; so sehen wir auch die Centralkörper von Massen umgeben, in denen die Reihenfolge der Größe und der Intensität des reflectirten Lichtes von den Abständen gar nicht abzuhängen scheint. Die unmittelbare Verbindung, in welcher unsere noch so schwache Kenntniß der Parallaxen mit der Kenntniß der ganzen Gestaltung des Weltbaues steht, giebt den Betrachtungen, welche sich auf die Entfernung der Firsterne beziehen, einen eigenen Reiz.

Der menschliche Scharfsinn hat zu dieser Classe von Untersuchungen Hülfsmittel erdacht, welche von den gewöhnlichen ganz verschieden und, auf die Geschwindigkeit des Lichts gegründet, hier eine kurze Erwähnung verdienen. Der den physikalischen Wissenschaften so früh entrißene Savary hat gezeigt, wie die Aberration des Lichts bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe benutzt werden könne. Wenn nämlich die Ebene der Bahn, welche der Nebelstern um den Centralkörper beschreibt, nicht auf der Gesichtslinie von der Erde zu dem Doppelstern senkrecht steht, sondern nahe in diese Gesichtslinie selbst fällt; so wird der Nebelstern in seinem Laufe ebenfalls nahe eine gerade Linie zu beschreiben scheinen, und die Punkte der der Erde zugekehrten Hälfte seiner Bahn werden alle dem Beobachter näher liegen als die entsprechenden Punkte der zweiten, von der Erde abgewandten Hälfte. Eine solche Theilung in zwei Hälften bringt nur für den Beobachter (nicht in der Wirklichkeit) eine ungleiche Geschwindigkeit hervor, in welcher der Nebelstern in seiner Bahn sich von ihm entfernt oder sich ihm nähert. Ist nun der Halbmesser jener Bahn so groß, daß das Licht mehrere Tage oder Wochen gebraucht, um ihn zu durchlaufen; so wird die Zeit der halben Revolution in der abgewandten, entfernteren Seite größer ausfallen als die Zeit in der dem Beobachter zugekehrten Seite. Die Summe beider ungleichen

*) Vergl. über das Verhältniß der Größe eigener Bewegung zur Nähe der hellleuchtendsten Sterne Struve, Stell. compos. Mensurae microm p. CLXIV.

Zahlen der Dauer bleibt der wahren Umlaufzeit gleich; denn die von der Geschwindigkeit des Lichts verursachten Ungleichheiten heben sich gegenseitig auf. Aus diesen Verhältnissen der Dauer nun lassen sich, nach Savary's sinnreicher Methode, wenn Tage und Theile der Tage in ein Längenmaaß verwandelt werden (3589 Millionen geogr. Meilen durchläuft das Licht in 24 Stunden), die absolute GröÙe des Halbmessers der Bahn, und durch die einfache Bestimmung des Winkels, unter welchem der Halbmesser sich dem Beobachter darbietet, die Entfernung des Centralkörpers und seine Parallaxe ableiten*).

Wie die Bestimmung der Parallaxe uns über die Abstände einer geringen Zahl von Fixsternen und über die ihnen anzuweisende Stelle im Weltraume belehrt; so leitet die Kenntniß des Maaßes und der Richtung eigener Bewegung, d. h. der Veränderungen, welche die relative Lage selbstleuchtender Gestirne erfährt, auf zwei von einander abhängige Probleme: die der Bewegung des Sonnensystems †) und der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixsternhimmels. Was sich bisher nur sehr unvollständig auf Zahlenverhältnisse zurückführen läßt, ist schon deshalb nicht geeignet den ursachlichen Zusammenhang mit Klarheit zu offenbaren. Von den beiden eben genannten Problemen hat nur das erste, besonders nach Argelander's trefflichen Untersuchungen, mit einem gewissen Grade befriedigender Bestimmtheit gelöst werden können; das zweite, mit vielem Scharfsinn von Mädler behandelt, entbehrt, bei dem Spiel so vieler sich ausgleichenden Kräfte, nach dem eigenen Geständniß dieses Astronomen ‡) in der unternommenen Lösung, „aller Evidenz eines vollständigen, wissenschaftlich genügenden Beweises.“

Wenn sorgfältig abgezogen wird, was dem Vorrücken der Nachtgleichen, der Nutation der Erdbachse, der Abirrung des Lichts und einer durch den Umlauf um die Sonne erzeugten parallactischen Veränderung angehört; so ist in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixsterne noch immer zugleich das enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnensystems im Weltraume und die Folge der wirklichen Eigenbewegung der Fixsterne ist. In der herrlichen Arbeit Bradley's über die Nutation, in seiner großen Abhandlung vom Jahre 1748, findet sich die erste Ahndung der Translation des Sonnensystems und gewissermaßen auch die Angabe der vorzüglichsten Beobachtungs-Methode. „Wenn man erkennt,“ heißt es dort ||), „daß unser Planetensystem seinen Ort verändert im absoluten Raume, so kann daraus in der Zeitfolge eine scheinbare Variation in der Angular-Distanz der Fixsterne sich ergeben. Da nun in diesem Falle die Position der uns näheren Gestirne mehr als die der entfernteren theilhaft ist; so werden die relativen Stellungen beider Classen von Gestirnen zu einander verändert scheinen, obgleich eigentlich alle unbewegt geblieben sind. Wenn dagegen unser Sonnensystem in Ruhe ist und einige Sterne sich wirklich bewegen, so werden sich auch ihre scheinbaren Positionen verändern: und zwar um so mehr, als die Bewegungen schneller sind, als die Sterne in einer günstigen Lage und in kleinerer Entfernung von der Erde sich befinden. Die Veränderung der relativen Position kann von einer so großen Zahl von Ursachen abhängen, daß vielleicht viele Jahrhunderte hingehen werden, ehe man das Gesegliche erkennen wird.“

Nachdem seit Bradley bald die bloße Möglichkeit, bald die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit der Bewegung des Sonnensystems in den Schriften von Tobias Mayer, Lambert und Valande erörtert worden war, hatte William Herschel das Verdienst, zuerst die Meinung durch wirkliche Beobachtung (1783, 1805 und 1806) zu befestigen. Er fand, was durch viele spätere und genauere Arbeiten bestätigt und näher begrenzt worden ist:

*) Savary in der *Connaissance des tems pour* 1830 p. 56–69 und p. 163–171, und *Struve a. a. D.* p. CLXIV.

†) Rossmos Buch I. S. 72 und Anm.

‡) Mädler, *Astronomie* S. 414.

||) *Trago* hat (*Annuaire pour* 1842 p. 383) zuerst auf diese merkwürdige Stelle Bradley's aufmerksam gemacht. Vergl. in demselben *Annuaire* den Abschnitt über die Translation des ganzen Sonnensystems p. 389.

daß unser Sonnensystem sich nach einem Punkte hinbewegt, welcher nahe dem Sternbild des Hercules liegt, in $\text{RA. } 260^{\circ} 44'$ und nördlicher Decl. $26^{\circ} 16'$ (auf 1800 reducirt). Argelander fand (aus Vergleichung von 319 Sternen und mit Beachtung von Lundahl's Untersuchungen) für 1800: $\text{RA. } 257^{\circ} 54', 1$, Decl. $+ 28^{\circ} 49', 2$; für 1850: $\text{RA. } 258^{\circ} 23', 5$, Decl. $+ 28^{\circ} 45', 6$; Otto Struve (aus 392 Sternen) für 1800: $\text{RA. } 261^{\circ} 26', 9$, Decl. $+ 37^{\circ} 35', 5$; für 1850: $261^{\circ} 52', 6$, Decl. $37^{\circ} 33', 0$. Nach Gauß *) fällt die gesuchte Stelle in ein Viereck, dessen Endpunkte sind: $\text{RA. } 258^{\circ} 40'$, Decl. $30^{\circ} 40'$; $258^{\circ} 42' + 30^{\circ} 57'$; $259^{\circ} 13' + 31^{\circ} 9'$; $260^{\circ} 4' + 30^{\circ} 32'$. Es blieb noch übrig zu versuchen, welches Resultat man erhalten würde, wenn man allein solche Sterne der südlichen Hemisphäre anwendete, die in Europa nie über den Horizont kommen. Dieser Untersuchung hat Galleway einen besonderen Fleiß gewidmet. Er hat sehr neue Bestimmungen (1830) von Johnsen auf St. Helena und von Henderson am Vorgebirge der guten Hoffnung mit alten Bestimmungen von Lacaille und Bradley (1750 und 1757) verglichen. Das Resultat †) ist gewesen (für 1790) $\text{RA. } 260^{\circ} 0'$, Decl. $34^{\circ} 23'$; also für 1800 und 1850: $260^{\circ} 5' + 34^{\circ} 22'$ und $260^{\circ} 33' + 34^{\circ} 20'$. Diese Uebereinstimmung mit den Resultaten aus den nördlichen Sternen ist überaus befriedigend.

Ist demnach die Richtung der fortichreitenden Bewegung unseres Sonnensystems innerhalb mäßiger Grenzen bestimmt worden, so entsteht sehr natürlich die Frage: ob die Fixsternwelt, gruppenweise vertheilt, nur aus neben einander bestehenden Partial-Systemen zusammengesetzt sei; oder ob eine allgemeine Beziehung, ein Kreisen aller selbstleuchtenden Himmelskörper (Sonnen) um einen, entweder mit Masse ausgefüllten oder leeren, unausgefüllten Schwerpunkt gedacht werden müsse. Wir treten hier in das Gebiet bloßer Vermuthungen: solcher, denen man zwar eine wissenschaftliche Form geben kann, die aber keinesweges, bei der Unvollständigkeit des vorliegenden Materials von Beobachtungen und Analogien, zu der Evidenz führen können, deren sich andere Theile der Astronomie erfreuen. Einer gründlichen mathematischen Behandlung solcher schwer lösbaren Probleme steht besonders entgegen unsere Unkenntniß der Eigenbewegung einer grenzenlosen Menge sehr kleiner Sterne ($10^m - 14^m$), welche vornehmlich in dem so wichtigen Theile der Sternsicht, der wir angehören, in den Ringen der Milchstraße, zwischen hellleuchtenden zerstreut erscheinen. Die Betrachtung unserer Planetenkreise, in welchen man von den kleinen Partial-Systemen der Monde des Jupiter, des Saturn und des Uranus zu dem höheren, dem allgemeinen Sonnensysteme, aufsteigt, hat leicht zu dem Glauben verleitet: daß man sich die Fixsterne auf eine analoge Weise, in viele einzelne Gruppen getheilt und durch weite Zwischenräume geschieden, wiederum (in höherer Beziehung solcher Gruppen gegen einander) der überwiegenden Anziehungskraft eines großen Centralkörpers (einer eigenen Weltsonne) unterworfen denken könne ‡). Die hier berührte, auf die Analogie unseres Sonnensystems gestützte Schlussfolge ist aber durch die bisher beobachteten Thatfachen widerlegt. In den vielfachen Sternen kreisen zwei oder mehrere selbstleuchtende Gestirne (Sonnen) nicht um einander, sondern um einen weit außer ihnen liegenden Schwerpunkt. Allerdings findet in unserem Planetensysteme in so fern etwas ähnliches statt, als die Planeten sich auch nicht eigentlich um den Mittelpunkt des Sonnenkörpers selbst, sondern um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt aller Massen des Systems bewegen. Dieser gemeinsame Schwerpunkt aber fällt, nach der relativen Stellung der großen Planeten Jupiter und Saturn, bald in den körperlichen Umfang der Sonne, bald (und dieser Fall tritt häufiger ein) außerhalb dieses Umfanges ||). Der

*) Nach einem Briefe an mich, s. Schum. Astr. Nachr. No. 622 S. 348.

†) Galleway on the Motion of the Solar System, in den Philos. Transact. 1847 p. 98.

‡) Von dem Werth und Unwerth solcher Ansichten

handelt Argelander in der Schrift: über die eigene Bewegung des Sonnensystems, hergeleitet aus der eigenen Bewegung der Sterne, 1837 S. 39.

||) Vergl. Rossmos Buch I. S. 72 und Anm. — (Mädler, Astr. S. 400).

Schwerpunkt, welcher in den Doppelsternen leer ist, ist demnach im Sonnensysteme bald leer, bald mit Materie erfüllt. Was man über die Möglichkeit der Annahme eines dunkeln Centrakörpers im Schwerpunkt der Doppelsterne, oder ursprünglich dunkler, aber schwach durch fremdes Licht erleuchteter, um sie kreisender Planeten ausgesprochen; gehört in das vielfach erweiterte Reich der mythischen Hypothesen.

Ernster und einer gründlichen Untersuchung würdiger ist die Betrachtung: daß, unter der Voraussetzung einer Kreisbewegung sowohl für unser ganzes seinen Ort veränderndes Sonnensystem als für alle Eigenbewegungen der so verschieden entfernten Fixsterne, das Centrum der Kreisbewegungen 90° von dem Punkte entfernt liegen müsse *), nach welchem unser Sonnensystem sich hinbewegt. In dieser Ideenverbindung wird die Lage der mit starker oder sehr schwacher Eigenbewegung begabter Sterne von großem Moment. Argelander hat mit Vorsicht und dem ihm eigenen Scharfsinn den Grad der Wahrscheinlichkeit geprüft, mit der man in unserer Sternschißt ein allgemeines Centrum der Attraction in der Constellation des Perseus†) suchen könne. Mädler, die Annahme der Existenz eines zugleich an Masse überwiegenden und den allgemeinen Schwerpunkt ausfüllenden Centrakörpers verwerfend, sucht den Schwerpunkt allein in der Plejaden-Gruppe, und zwar in der Mitte dieser Gruppe, in oder nahe ‡) dem hellen Stern η Tauri (Alcyone). Es ist hier nicht der Ort, die Wahrscheinlichkeit oder nicht hinlängliche Begründung ||) einer solchen Hypothese zu erörtern. Dem so ausgezeichnet thätigen Director der Sternwarte zu Dorpat bleibt das Verdienst, bei seiner mühevollen Arbeit die Position und Eigenbewegung von mehr als 800 Fixsternen geprüft und zugleich Untersuchungen angeregt zu haben, welche, wenn sie auch nicht sicher zur Lösung des großen Problems selbst führen, doch geeignet sind, Licht über verwandte Gegenstände der physischen Astronomie zu verbreiten.

VI.

Die vielfachen oder Doppelsterne. — Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. — Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt.

Wenn man in den Betrachtungen über die Fixstern-Systeme von den geänderten allgemeineren, höheren, zu den speciellen, niederen, herabsteigt; so gewinnt man einen festeren, zur unmittelbaren Beobachtung mehr geeigneten Boden. In den vielfachen Sternen, zu denen die binären oder Doppelsterne gehören, sind mehrere selbstleuchtende Welt-

*) Argelander a. a. D. S. 42; Mädler, Centralsonne S. 9 und Astr. S. 403.

†) Argelander a. a. D. S. 43 und in Schum. Astr. Nachr. No. 566. Nicht durch numerische Untersuchungen geleitet, sondern nach phantasiereichen Abmahlungen hatten früh schon Kant den Sirius, Lambert den Nebelfleck im Gürtel des Orion für den Centrakörper unserer Sternschißt erklärt. Struve, Astr. stell. p. 17 no. 19.

‡) Mädler, Astr. S. 380, 400, 407 und 414; dessen Centralsonne 1846 S. 44-47; dessen Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. II. 1848 S. 183-185. (Alcyone liegt $R.A. 54^\circ 30'$, Decl. $23^\circ 36'$ für das Jahr 1840.) Wäre die Parallaxe der Alcyone wirklich $0''.0065$; so würde ihre Entfernung $31\frac{1}{2}$ Millionen Halbmeßer der Erdbahn betragen, sie also 50mal entfernter von uns sein, als nach Bessel's ältester Bestimmung der Abstand des Doppelsterns 61 Cygni ist. Das Licht, welches in $8' 18'' 2$ von der Sonne zur Erde kommt, würde dann 500 Jahre von der Alcyone zur Erde brauchen. Die Phantasie der Griechen gefiel sich in wilden Schätzungen von Fallhöhen. In des Hesiodus Theogonia v. 722-725 heißt es vom Sturz der Titanen in den Tartarus: „wenn neun Tag' und Nächte bereinst ein eherner Ambos siele vom Himmel herab, am zehnten fällt er zur Erde“ Der Fallhöhe in 777800 Zeitsecunden entsprechen für den Ambos 77356 geogr. Meilen (mit Rücksicht auf die, in planetarischen Entfernungen starke Abnahme der Anziehungskraft der Erde nach Galilei's Berechnung), also das Fiesfache der Entfernung des Mondes von der Erde. Aber nach Illias I, 592 fiel Hephäistos schon in Einem Tage auf Remnos herab, und „athmete nur noch ein wenig“. Die Länge der vom Olymp zur Erde herabhängenden Kette, an der alle Götter versuchen sollen, den Zeus herabzu- ziehen (Illias VIII. 18), bleibt unbestimmt; es ist nicht ein Bild der Himmelsöhe, sondern der Stärke und Allmacht Jupiters.

§) Vergl. die Zweifel von Peter 3 in Schum. Astr. Nachr. 1849 S. 661 und Sir John Herschel in den Outl. of Astr. p. 589: „In the present defective state of our knowledge respecting the proper motion of the smaller stars, we cannot but regard all attempts of the kind as to a certain extent premature, though by no means to be discouraged, as forerunners of something more decisive.“

Körper (Sonnen) durch gegenseitige Anziehung mit einander verbunden, und diese Anziehung ruft nothwendig Bewegungen in geschlossenen krummen Linien hervor. Ehe man durch wirkliche Beobachtung den Umlauf der Doppelsterne *) erkannte, waren solche Bewegungen in geschlossenen Curven nur in unserem planetenreichen Sonnensystem bekannt. Auf diese scheinbare Analogie wurden voreilig Schlüsse gegründet, die lange auf Irrwege leiten mußten. Da man mit dem Namen Doppelstern jedes Sternpaar bezeichnete, in welchem eine sehr große Nähe dem unbewaffneten Auge die Trennung der beiden Sterne nicht gestattet (wie in Castor, α Lyrae, β Orionis, α Centauri); so mußte diese Benennung sehr natürlich zwei Classen von Sternpaaren begreifen: solche, die durch ihre zufällige Stellung in Beziehung auf den Standpunkt des Beobachters einander genähert scheinen, aber ganz verschiedenen Abständen und Sternschichten zugehören; und solche, welche, einander näher gerückt, in gegenseitiger Abhängigkeit oder Attraction und Wechselwirkung zu einander stehen und demnach ein eigenes, partielles Sternsystem bilden. Die ersten nennt man nach nun schon langer Gewohnheit optische, die zweite Classe physische Doppelsterne. Bei sehr großer Entfernung und bei Langsamkeit der elliptischen Bewegung können mehrere der letzteren mit den ersten verwechselt werden. Alcor, mit dem die arabischen Astronomen sich viel beschäftigt haben, weil der kleine Stern bei sehr reiner Luft und scharfen Gesichtorganen dem bloßen Auge sichtbar wird, bildet (am hier an einen sehr bekannten Gegenstand zu erinnern) mit ϵ im Schwanz des Großen Bären im weitesten Sinne des Worts eine solche optische Verbindung ohne nähere physische Abhängigkeit. Von der Schwierigkeit des Trennens, welche dem unbewaffneten Auge darbieten die sehr ungleiche Licht-Intensität nahe gelegener Sterne, der Einfluß der Ueberstrahlung und der Sternschwänze, wie die organischen Fehler, die das undeutliche Sehen hervorbringen, habe ich schon oben im 2ten und 3ten Abschnitt gehandelt †).

Galilei, ohne die Doppelsterne zu einem besonderen Gegenstande seiner telescopischen Beobachtungen zu machen (woran ihn auch die große Schwäche seiner Vergrößerungen würde gehindert haben), erwähnt in einer berühmten, schon von Arago bezeichneten Stelle der *Giornata terza* seiner Gespräche den Gebrauch, welchen die Astronomen von optischen Doppelsternen (quando si trovasse nel telescopio qualche picciolissima stella, vicinissima ad alcuna delle maggiori) zur Auffindung einer Fixstern Parallaxe machen könnten ‡). Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren in den Sternverzeichnissen kaum 20 Doppelsterne aufgeführt, wenn man diejenigen ausschließt, welche weiter als 32" von einander abstehen; jetzt, hundert Jahre später, sind (Danke sei es hauptsächlich den großen Arbeiten von Sir William Herschel, Sir John Herschel und Struve!) in beiden Hemisphären an 6000 aufgefunden. Zu den ältesten ||) beschriebenen Doppelsternen gehören: ϵ Ursae maj. (7. Sept. 1700 von Gottfried Kirch), α Centauri (1709 von Feuillée), γ Virginis (1718), α Geminorum (1719), 61 Cygni (1753), wie die beiden vorigen, von Bradley nach Distanz und Richtungswinkel beobachtet), ρ Ophiuchi, ϵ Cancri

Es vermehrten sich allmählig die aufgezählten Doppelsterne: von Flamsteed an, der sich eines Micrometers bediente, bis zum Sternecatalog von Tobias Mayer, welcher 1756 erschien. Zwei scharfsinnig ahnende und combinirende Denker, Lambert („Photometria“ 1760; „Kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues“ 1761) und John Michell (1767), beobachteten nicht selbst Doppelsterne, verbreiteten aber zuerst richtige Anschau-

*) Vergl. Kosmos Buch I. S. 73 und Anm. (Struve über Doppelsterne nach Doppler's Micrometer-Messungen von 1824 bis 1837 S. 11.)

†) Kosmos Buch III. S. 408–411, u. Anm., 450 und 451. Alle merkwürdige Beispiele von der Schärfe der Sehorgane ist noch anzuführen, daß Kepler's Lehrer Möstlin mit bloßen Augen 14, und schon einige der Ältesten 9 Sterne in dem Siebengeßtern mit bloßen Augen erkannten. (Mädler, Unterfuch. über die Fixstern-Systeme Th. II. S. 36.)

‡) Kosmos Buch III. S. 486. Auch Dr. Gregory von Edinburgh empfiehlt 1675 (also 33 Jahre nach Galilei's Hincheiden) dieselbe parallactische Methode; vergl. Thomas Birch, Hist. of the Royal Soc. Vol. III. 1757 p. 225. Bradley (1748) spielt auf diese Methode an am Ende der berühmten Abhandlung über die Nutation.

||) Mädler, Astr. S. 477.

ten über die Attraction=Beziehungen der Sterne in partiellen binären Systemen. Lambert wagte wie Kepler die Vermuthung, daß die fernen Sonnen (Firnsterne) wie die unsrige von dunkeln Weltkörpern, Planeten und Cometen umgeben seien; von den einander nahe stehenden Firnsternen aber glaubte *) er, so sehr er auch sonst zur Annahme dunkler Centralkörper geneigt scheint, „daß sie in einer nicht zu langen Zeit eine Revolution um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt vollendeten.“ Michell †), der von Kant's und Lambert's Ideen keine Kenntniß hatte, wandte zuerst und mit Scharfsinn die Wahrscheinlichkeits=Rechnung auf enge Sterngruppen, besonders auf vielfache Sterne, binäre und quaternäre, an; er zeigte, wie 500000 gegen 1 zu wetten sei, daß die Zusammensetzung von 6 Hauptsternen der Plejaden nicht vom Zufall herrühre, daß vielmehr ihre Gruppierung in einer inneren Beziehung der Sterne gegen einander gegründet sein müsse. Er ist der Existenz von leuchtenden Sternen, die sich um einander bewegen, so gewiß, daß er diese partiellen Sternsysteme zu sinnreicher Lösung einiger astronomischen Aufgaben anzuwenden vorschlägt ‡).

Der Mannheimer Astronom Christian Mayer hat das große Verdienst, auf dem sicheren Wege wirklicher Beobachtungen die Doppelsterne zuerst (1778) zu einem besonderen Ziele seiner Bestrebungen erhoben zu haben. Die unglücklich gewählte Benennung von Firnsternen = Trabanten und die Beziehungen, welche er zwischen Sternen zu erkennen glaubte, die von Arcturus $2^{\circ} \frac{1}{2}$ bis $2^{\circ} 55'$ abstehen, setzten ihn bitteren Angriffen seiner Zeitgenossen, und unter diesen dem Tadel des großen und scharfsinnigen Mathematikers Nicolaus Fuß, aus. Das Sichtbar=Werden dunkler planetarischer Körper in reflectirtem Lichte war bei so ungeheurer Entfernung allerdings unwahrscheinlich. Man achtete nicht auf die Resultate sorgfältig angestellter Beobachtungen, weil man die systematische Erklärung der Erscheinungen verwarf; und doch hatte Christian Mayer in einer Vertheidigungsschrift gegen den Pater Maximilian Hell, Director der kaiserlichen Sternwarte zu Wien ausdrücklich erklärt: daß die kleinen Sterne, welche den großen so nahe stehen, entweder erleuchtete, an sich dunkle Planeten; oder daß beide Weltkörper, der Hauptstern und sein Begleiter, zwei um einander kreisende, selbstleuchtende Sonnen seien.“ Das Wichtige von Christian Mayer's Arbeit ist lange nach seinem Tode von Struve und Mädler dankbar und öffentlich anerkannt worden. In seinen beiden Abhandlungen: Vertheidigung neuer Beobachtungen von Firsterntabanten (1778) und Diss. de novis in coelo sidereo phaenomenis (1779) sind 80 von ihm beobachtete Sternpaare beschrieben,

*) Arago im Annuaire pour 1842 p. 400.

†) An inquiry into the probable Parallax and Magnitude of the fixed Stars, from the quantity of Light which they afford us, and the particular circumstances of their situation, by the Rev. John Michell, in den Philos. Transact. Vol. LVII p. 234–261.

‡) John Michell a. a. O. p. 238: „If it should hereafter be found that any of the stars have others revolving about them (for no satellites by a borrowed light could possibly be visible), we should then have the means of discovering . . .“ Er läugnet in der ganzen Discussion, daß einer der zwei kreisenden Sterne ein dunkler, fremdes Licht reflectirender Planet sein könne, weil beide uns trotz der Ferne sichtbar werden. Er vergleicht die Dichtigkeit beider, von denen er den größeren den Central star nennt, mit der Dichtigkeit unserer Sonne, und bezieht das Wort Satellite nur auf die Idee des Kreisens, auf die einer wechselseitigen Bewegung; er spricht von der „greatest apparent elongation of those stars, that revolved about the others as satellites.“ Ferner heißt es p. 243 und 249: „We may conclude with the highest probability (the odds against the contrary opinion, being many million millions to one) that stars form a kind of system by mutual gravitation. It is highly

probable in particular, and next to a certainty in general, that such double stars as appear to consist of two or more stars placed near together, are under the influence of some general law, such perhaps as gravity . . .“ Vergl. auch Arago im Annuaire 1834 p. 308, Ann. 1842 p. 400.) Den numerischen Resultaten der Wahrscheinlichkeits=Rechnung, welche Michell angiebt, muß man einzeln keine große Sicherheit zuschreiben: da die Voraussetzungen, daß es 230 Sterne am ganzen Himmel gebe, welche an Lichtstärke dem β Capricorni, und 1500, welche der Lichtstärke der 6 größten Plejaden gleich seien, keine Richtigkeit haben. Die geistreiche cosmologische Abhandlung von John Michell endigt mit dem sehr gewagten Versuch einer Erklärung des Funkelns der Firsterne durch eine Art von „Vulsation in materiellen Lichtausströmen“: einer nicht glücklicheren als die, welche Simon Marius, einer der Entdecker der Jupiterstrabanten (Kosmos Buch II. S. 363 u. Anm.), am Ende seines Mundus Jovialis (1614) gegeben hatte. Michell hat aber das Verdienst, darauf aufmerksam gemacht zu haben (p. 263), daß das Funkeln immer mit Farbenveränderung verbunden ist: „besides their brightness there is in the twinkling of the fixed stars a change of colour.“ (Kosmos Buch III. S. 421 und 422.)

unter denen 67 einen geringeren Abstand als 32" haben. Die meisten derselben sind von Christian Mayer neu entdeckt durch das vortreffliche achtfüßige Fernrohr der Mannheimer Mauerquadranten; „manche gehören noch jetzt zu den schwierigsten Objecten, welche nur kräftige Instrumente darzustellen vermögen: wie ρ und γ Herenlis, ϵ Lyræ und ω Piscium.“ Mayer maß freilich nur am Meridian-Instrumente (wie man aber noch lange nach ihm gethan) Abstände in Rectascension und Declination, und wies aus seinen wie aus den Beobachtungen früherer Astronomen Positions-Veränderungen nach, von deren numerischem Werthe er irrigerweise nicht abzog, was (in einzelnen Fällen) der eigenen Bewegung der Sterne angehörte *).

Diesen schwachen, aber denkwürdigen Anfängen folgte Wilhelm Herschel's Riesearbeit über die vielfachen Sterne. Sie umfaßt eine lange Periode von mehr als 25 Jahren. Denn wenn auch das erste Verzeichniß von Herschel's Doppelsternen vier Jahre später als Christian Mayer's Abhandlung über denselben Gegenstand veröffentlicht wurde; so reichen des Ersteren Beobachtungen doch bis 1779, ja, wenn man die Untersuchungen über das Trapezium im großen Nebelfleck des Orion hinzurechnet, bis 1776 hinauf. Fast alles, was wir heute von der vielfältigen Gestaltung der Doppelsterne wissen, wurzelt ursprünglich in Sir William Herschel's Arbeit. Er hat in den Catalogen von 1782, 1783 und 1804 nicht bloß 846, meist allein von ihm entdeckte, in Position und Distanz bestimmte Doppelsterne aufgestellt †); sondern, was weit wichtiger als die Vermehrung der Anzahl ist, er hat seinen Scharfsinn und Beobachtungsgeist auch schon an allem dem geübt, was sich auf die Bahn, die vermutbete Umlaufzeit, auf Helligkeit, Farben-Contrast, und Classification nach Größe der gegenseitigen Abstände bezieht. Phantasierreich und doch immer mit großer Vorsicht fortschreitend, sprach er sich erst im Jahr 1794, indem er optische und physische Doppelsterne unterschied, vorläufig über die Natur der Beziehung des größeren Sterns zu seinem kleineren Begleiter aus. Den ganzen Zusammenhang der Erscheinungen entwickelte er erst neun Jahre später in dem 93ten Bande der Philosophical Transactions. Es wurde nun der Begriff von partiellen Sternsystemen festgesetzt, in denen mehrere Sonnen um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen. Das mächtige Walten von Anziehungskräften, das in unserem Sonnensystem sich bis zum Neptun in 30 Erdweiten (622 Millionen geogr. Meilen) erstreckt, ja durch Anziehung der Sonne den großen Cometen von 1680 in der Entfernung von 28 Neptunswerten (d. i. von 853 Erdweiten oder 17700 Millionen geogr. Meilen) zum Umkehren zwingt; offenbart sich auch in der Bewegung des Doppelsterns 61 des Schwanz, welcher 18240 Neptunswerten (550900 Erdweiten oder 11394000 Millionen geogr. Meilen), bei einer Parallaxe von 0",3744, von der Sonne entfernt ist. Wenn aber auch Sir William Herschel die Ursachen und den allgemeinen Zusammenhang der Erscheinungen in großer Klarheit erkannte; so waren doch in dem ersten Jahrzehent des 19ten Jahrhunderts die Positionswinkel, welche sich aus den eigenen Beobachtungen und aus den nicht sorgfältig genug benutzten älteren Sternatalogen ergaben, an zu kurze und allzu nahe Epochen gebunden, als daß die einzelnen numerischen Verhältnisse der Umlaufzeiten oder Bahn-Elemente eine volle Sicherheit gewähren könnten. Sir John Herschel erinnert selbst an die so unsicheren Angaben der Umlaufzeiten von α Geminorum (334 Jahre statt nach Mädler ‡) 520); von γ Virginis (708 statt 169); und von γ Leonis (1424 des großen Catalogs von Struve), einem prachtvollen Sternpaar, goldfarben und röthlich grün (1200 Jahre).

*) Struve im Recueil des Actes de la Séance publique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, le 29 déc. 1832, p. 48–50; Mädler, Astr. S. 478.

†) Phil. Transact. for the year 1782 p. 40–126, for 1783 p. 112–124, for 1804 p. 87. Ueber die Begründung dieser von William Herschel beobachteten 846 Doppelsterne vergl. Mädler in Schumacher's Jahrb.

für 1839 S. 59 und desselben Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. I. 1847 S. 7.

‡) Mädler a. a. O. Th. I. S. 255. Man hat für Castor: 2 alte Beobachtungen von Bradley 1719 und 1759 (die erste gemeinschaftlich mit Pond, die zweite mit Maskelyne); 2 von Herschel dem Vater von 1779 und 1803. Für die Umlaufzeit von γ Virginis f. Mädler, Fixstern-Syst. Th. II. 1848 S. 234–240.

Nach William Herschel haben mit bewundernswürdiger Thätigkeit, und durch vervollkommnete Instrumente (besonders durch Micrometer-Apparate) unterstützt, die eigentlichen speciellern Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der Vater (1813—1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte sein erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. Demselben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen unterhalb 32", von welchen nur etwa $\frac{1}{6}$ früher gesehen worden war. Um diese Arbeit zu vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne untersucht. Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige Werk: *Stellarum compositarum Mensurae micrometricae**). Es enthält, da mehrere unsicher beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines vierjährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche machenden Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 2100, bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worden †). Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegeltelescop gemacht, auf 1830 reducirt, und angereicht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthaltend, Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten Theil ihrer reichhaltigen Memoirs übergeben hat ‡). In diesen europäischen Verzeichnissen sind die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom 1825 gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwicklung, wie die Wissenschaft in einem halben Jahrhundert allmählig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, besonders binären Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische und physische zusammen genommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 geschätzt werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche Heliotrometer beobachteten, die von Argelander ||) zu Abo (1827—1835), von Ende und Galle zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Catalogus von 1837), von Mädler in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit einem 17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das bewaffnete Auge nahe an einander gerückten Sternen in unmittelbarer Attractions-Beziehung mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Bahnen bewegen, d. h. sogenannte physische (kreisende) Doppelsterne sind; ist eine wichtige, aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden Begleiter werden allmählig immer mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder die Richtung der für unser Auge projectirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobachtung ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange physische Doppelsterne den optischen, nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewegung ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl von Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume (ein gemeinschaftliches Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der Erde und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Trabanten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verhältniß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung ge-

*) Struve, *Mensurae microm.* p. XL und p. 234—248. Es sind im ganzen 2641 + 116, also 2787 beobachtete Sternpaare (Mädler in Schum. Jahrb. 1839 S. 64).

†) Sir John Herschel, *Astron. Observ. at the Cape of Good Hope (Capricorn)* p. 163—303.

‡) A. a. O. p. 167 und 212.

||) Argelander: indem er eine große Zahl von

Fixsternen zur sorgfältigsten Ergründung eigener Bewegung untersuchte. S. dessen Schrift: *DLX Stellarum fixarum positiones mediae innotuere anno 1830, ex observ. Abono habitis (Helsingforsiae 1825)*. Auf 600 schlägt Mädler (*Astr. S.* 625) die Zahl der zu Pulkowa seit 1837 in der Nordhemisphäre des Himmels neu entdeckten vielfachen Sterne an.

macht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder wahrscheinlich gehalten werden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen so verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle schon siebenthalbhundert*) kennt, in denen sich eine gegenseitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab $\frac{1}{16}$, das neueste bereits $\frac{1}{3}$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als physische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnismäßige räumliche Theilung der binären Sternsysteme, nicht bloß in den Himmelsträumen, sondern auch nur an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, ist numerisch noch wenig ergründet. In der Richtung gewisser Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Oriens) sind in der nördlichen Hemisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John Herschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extra-tropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um vieles geringer ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile.“ Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegeltelescope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von $\frac{1}{4}$ Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen von dem geübtesten Beobachter durchforscht worden †).

Eine überaus merkwürdige Eigentümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen contrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke ‡) folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von derselben und gleich intensiver Farbe. In 101 war nur ein Unterschied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz verschiedenartigen Farben waren 120, oder $\frac{1}{5}$ des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptsterns und des Begleiters sich auf $\frac{1}{3}$ der ganzen, sorgfältig untersuchten Masse erstreckte. Fast in die Hälfte jener 600 Doppelsterne waren Hauptstern und Begleiter weiß. Unter den verschiedenfarbigen sind Zusammensetzungen von Gelb und Blau (wie in ϵ Cancri), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae ||) sehr häufig.

Arago hat zuerst (1825) darauf aufmerksam gemacht, daß die Verschiedenartigkeit der Farbe in dem binären Systeme hauptsächlich oder wenigstens in sehr vielen Fällen sich auf Complementar-Farben (auf die sich zu Weiß ¶) ergänzen den, sogenannten sub=jectiven) bezieht. Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß ein schwaches weißes Licht grün erscheint, wenn ein starkes (intensives) rothes Licht genähert wird; das weiße Licht wird blau, wenn das stärkere umgebende Licht gelblich ist. Arago hat aber

*) Die Zahl der Fixsterne, an denen man mit Gewißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man sie bei allen vermuthen kann, ist um ein geringes größer als die der Sternpaare, bei welchen Stellungsverschiedenheit beobachtet worden ist. Mädler, Astr. S. 394, 490 und 520-540. Ergebnisse durch Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf diese Verhältnisse, je nachdem die gegenseitigen Abstände in den Sternpaaren 0'' bis 1'', 2'' bis 8'', oder 16'' bis 32'' sind: giebt Struve in Mens. microm. p. XCIV. Abstände, welche kleiner als 0'',8 sind, werden geschätzt; und Versuche mit sehr nahen künstlichen Doppelsternen haben dem Beobachter die Hoffnung bestätigt, daß diese Schätzungen meist bis 0'',1 sicher sind. Struve über Doppelsterne nach Dorpat. Beob. S. 29.

†) John Herschel, Caprice p. 166.

‡) Struve, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

||) John Herschel, Outlines of Astr. p. 579.

¶) Zwei Gläser, welche Complementar-Farben darstellen, dienen dazu, wenn man dieselben auf einander legt, welche Sonnenbilder zu geben. Mein Freund hat sich, während meines langen Aufenthaltes auf der Dorpater Sternwarte, dieses Mittels mit vielem Vortheil statt der Blendgläser bei Beobachtung von Sonnenfinsternissen und Sonnenflecken bedient. Man wählt: Roth mit Grün, Gelb mit Blau, Grün mit Violet. „Lorsqu'une lumière forte se trouve auprès d'une lumière faible, la dernière prend la teinte complémentaire de la première. C'est là le contraste: mais comme le rouge n'est presque jamais pur, on peut tout aussi bien dire que le rouge est complémentaire du bleu. Les couleurs voisines du Spectre solaire se substituent.“ (Arago, Sandisir von 1847.)

mit Vorsicht daran erinnert, daß, wenn auch bisweilen die grüne oder blaue Färbung des Begleiters eine Folge des Contrastes ist, man doch im ganzen keinesweges das reelle Dasein grüner oder blauer Sterne läugnen könne*). Er giebt Beispiele, in denen ein hellleuchtender weißer Stern (1527 Leonis, 1768 Can. von.) von einem kleinen blauen Stern begleitet ist; wo in einem Sternpaar (δ Serp.) beide, der Hauptstern und sein Begleiter, blau sind†): er schlägt vor, um zu untersuchen, ob die contrastirende Färbung nur subjectiv sei, den Hauptstern im Fernrohr (sobald der Abstand es erlaubt) durch einen Faden oder ein Diaphragma zu verdecken. Gewöhnlich ist nur der kleinere Stern der blaue; anders ist es aber im Sternpaar 23 Orionis (696 des Cat. von Struve p. LXXX); in diesem ist der Hauptstern bläulich, der Begleiter rein weiß. Sind oftmals in den vielfachen Sternen die verschiedenfarbigen Sonnen von uns unsichtbaren Planeten umgeben; so müssen letztere, verschiedenartig erleuchtet, ihre weißen, blauen, rothen und grünen Tage haben‡).

So wenig, wie wir schon oben ||) gezeigt haben, die periodische Veränderlichkeit der Sterne nothwendig an die rothe oder röthliche Farbe derselben gebunden ist, eben so wenig ist Färbung im allgemeinen oder eine contrastirende Verschiedenheit der Farbentöne zwischen dem Hauptstern und dem Begleiter den vielfachen Sternen eigen thümlich. Zustände, weil wir sie häufig hervorgerufen finden, sind darum nicht die allgemein nothwendigen Bedingungen der Erscheinungen: sei es des periodischen Lichtwechsels, sei es des Kreisens in partiellen Systemen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. Eine sorgfältige Untersuchung der hellen Doppelsterne (Farbe ist noch bei Sternen 9ter Größe zu bestimmen) lehrt, daß außer dem reinen Weiß auch alle Farben des Sonnenspectrums in den Doppelsternen gefunden werden; daß aber der Hauptstern, wenn er nicht weiß ist, sich im allgemeinen dem rothen Extrem (dem der weniger refrangiblen Strahlen) nähert, der Begleiter dem violetten Extrem (der Grenze der am meisten refrangiblen Strahlen). Die röthlichen Sterne sind doppelt so häufig als die blauen und bläulichen, die weißen sind ohngefähr $2\frac{1}{2}$ mal so zahlreich als die rothen und röthlichen. Merkwürdig ist es auch, daß gewöhnlich ein großer Unterschied der Farbe mit einem bedeutenden Unterschied in der Helligkeit verbunden ist. In zwei Sternpaaren, die wegen ihrer großen Helligkeit in starken Fernröhren bequem bei Tage gemessen werden können, in ζ Bootis und γ Leonis, besteht das erstere Paar aus 2 weißen Sternen 3^m und 4^m , das letztere aus einem Hauptstern 2^m und einem Begleiter von $3^m.5$. Man nennt diesen den schönsten Doppelstern des nördlichen Himmels, während daß α Centauri ¶) und α Urcuis am südlichen Himmel alle anderen

*) *Urago* in der *Connaissance des tems* pour l'an 1828 p. 299–300; in dem *Annuaire* pour 1834 p. 246–250, pour 1842 p. 347–350. „Les exceptions que je cite, prouvent que j'avais bien raison en 1825 de n'introduire la notion physique du *contraste* dans la question des étoiles doubles qu'avec la plus grande réserve. Le bleu est la couleur réelle de certaines étoiles. Il résulte des observations recueillies jusqu'ici que le firmament est non seulement parsemé de soleils rouges et jaunes, comme le savaient les anciens, mais encore de soleils bleus et verts. C'est au tems et à des observations futures à nous apprendre si les étoiles vertes et bleues ne sont pas des soleils déjà en voie de décroissance; si les différentes nuances de ces astres n'indiquent pas que la combustion s'y opère à différents degrés; si la teinte, avec excès de rayons les plus réfrangibles, que présente souvent la petite étoile, ne tiendrait pas à la force absorbante d'une atmosphère que développerait l'action de l'étoile, ordinairement beaucoup plus brillante, qu'elle accompagne.“ (*Urago* im *Annuaire* pour 1834 p. 295–301.)

†) *Struve* (über Doppelsterne nach *Dorpat* Be-

obachtungen 1837 S. 33–36 und *Mensures microm.* p. LXXXIII) zählt 63 Sternpaare auf, in denen beide Sterne blau oder bläulich sind und bei denen also die Farbe nicht Folge des Contrastes sein kann. Wenn man gezwungen ist die Farben-Angaben desselben Sternpaares von verschiedenen Beobachtern mit einander zu vergleichen; so wird es besonders auffallen, wie oft der Begleiter eines rothen oder gelbrothen Hauptsternes von einem Beobachter blau, von anderen grün genannt worden ist.

‡) *Urago* im *Annuaire* pour 1834 p. 302.

||) *Römisch* Buch III. S. 450–455.

¶) „This superb double star (α Cent.) is beyond all comparison the most striking object of the kind in the heavens, and consists of two individuals, both of a high ruddy or orange colour, though that of the smaller is of a somewhat more sombre and brownish cast.“ *Sir John Herschel*, *Caprese* p. 300. Nach den schönen Beobachtungen von *Captain Jacob* (Bombay Engineers, in den Jahren 1846–1848) ist aber der Hauptstern 1^m , der Begleiter $2^m.5$ bis 3^m geschätzt; *Transact. of the Royal Soc. of Edinb.* Vol. XVI. 1849 p. 451.

Doppelsterne an Glanz übertreffen. Wie in ζ Bootis, bemerkt man in α Centauri und γ Virginis die seltene Zusammenstellung zweier großer Sterne von wenig ungleicher Lichtstärke.

Ueber das Veränderliche der Helligkeit in vielfachen Sternen, besonders über Veränderlichkeit der Begleiter, herrscht noch nicht einstimmige Gewißheit. Wir haben schon oben mehrmals *) der etwas unregelmäßigen Veränderlichkeit des Glanzes vom gelbrothen Hauptstern α Herculis erwähnt. Auch der von Struve (1831—1833) beobachtete Wechsel der Helligkeit der nahe gleichen und gelblichen Sterne (3^m), des Doppelsternes γ Virginis und Anon. 2718, deutet vielleicht auf eine sehr langsame Achsendrehung beider Sonnen †). Ob in Doppelsternen je eine wirkliche Farbenveränderung vorgegangen sei (γ Leonis und γ Delphini?); ob in ihnen weißes Licht farbig wird, wie umgekehrt im isolirten Sirius farbiges Licht weiß geworden ist: bleibt noch unentschieden ‡); und wenn die bestrittenen Unterschiede sich nur auf schwache Farbentöne beziehen, so ist auf die organische Individualität der Beobachter und, wo nicht Refractoren angewandt werden, auf den oft röthenden Einfluß der Metallspiegel in den Telescopen Rücksicht zu nehmen.

Unter den mehrfachen Systemen finden sich: dreifache (ζ Librae, ζ Caneri, 12 Lyncis, 11 Monoc.); vierfache (102 und 2681 des Struvischen Catalogs, α Andromedae, ϵ Lyrae); eine sechsfache Verbindung in δ Orionis, dem berühmten Trapezium des großen Orien-Nebels: wahrscheinlich einem einigen physischen Attractions-System, weil die 5 kleineren Sterne ($6^m,3$; 7^m ; 8^m ; $11^m,3$ und 12^m) der Eigenbewegung des Hauptsternes ($4^m,7$) folgen. Veränderung in der gegenseitigen Stellung ist aber bisher nicht bemerkt worden ||). In 2 dreifachen Sternpaaren, ζ Librae und ζ Caneri, ist die Umlaufs-Bewegung beider Begleiter mit großer Sicherheit erkannt worden. Das letztere Paar besteht aus 3 an Helligkeit wenig verschiedenen Sternen 3ter Größe, und der nähere Begleiter scheint eine 10fach schnellere Bewegung als der entferntere zu haben.

Die Zahl der Doppelsterne, deren Bahn-Elemente sich haben berechnen lassen, wird gegenwärtig zu 14 bis 16 angegeben ¶). Unter diesen hat ζ Herculis seit der Zeit der ersten Entdeckung schon zweimal seinen Umlauf vollendet, und während desselben (1802 und 1831) das Phänomen der scheinbaren Bedeckung eines Fixsterns durch einen anderen Fixstern dargeboten. Die frühesten Berechnungen der Doppelstern-Bahnen verdankt man dem Fleiße von Savary (ζ Ursae maj.), Ende (70 Ophiuchi) und Sir John Herschel; ihnen sind später Bessel, Struve, Mädler, Hind, Smyth und Capitän Jacob gefolgt. Savary's und Ende's Methoden fordern 4 vollständige, hinreichend weit von einander entfernte Beobachtungen. Die kürzesten Umlaufs-Perioden sind von 30, 42, 58 und 77 Jahren: also zwischen den planetarischen Umlaufzeiten des Saturn und Uranus; die längsten, mit einiger Sicherheit bestimmten, übersteigen 500 Jahre, d. i. sie sind ohngefähr gleich dem dreimaligen Umlauf von Le Verrier's Neptun. Die Excentricität der elliptischen Doppelstern-Bahnen ist nach dem, was man bis jetzt erforscht hat, überaus beträchtlich: meist cometenartig von 0,62 (σ Coronae) bis 0,95 (α Centauri) anwachsend. Der am wenigsten excentrische innere Comet, der von Jage, hat die Excentricität 0,55: eine geringere als die Bahn der eben genannten zwei Doppelsterne. Auffallend geringere Excentricitäten bieten η Coronae (0,29) und Castor (0,22 oder 0,24) nach Mädler's und Hind's Berechnungen dar. In diesen Doppelsternen werden von den beiden Sonnen Ellipsen beschrieben, welche denen zweier der kleinen Hauptplaneten unseres Sonnensystems (den Bahnen der Pallas: 0,24; und Juno: 0,25) nahe kommen.

*) Kosmos Buch III. S. 472, 479 u. 472 Anm.

†) Struve über Doppelst. nach Dörm. Beob. S. 33.

‡) M. a. D. S. 36.

§) Mädler Astr. S. 517; John Herschel, Outl. p. 568.

¶) Bessel, Mädler, Untersuch. über die Fixstern-Systeme Ab. I. S. 225—275, Th. II. S. 235—240; derselbe in der Astr. S. 541; John Herschel, Outl. p. 573.

Wenn man mit Ende in einem binären System einen der beiden Sterne, den helleren, als ruhend betrachtet und demnach die Bewegung des Begleiters auf diesen bezieht; so ergibt sich aus dem bisher Beobachteten, daß der Begleiter um den Hauptstern einen Kegelschnitt beschreibt, in dessen Brennpunkt sich der letztere befindet: eine Ellipse, in welcher der Radius vector des umlaufenden Weltkörpers in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume zurücklegt. Genaue Messungen von Positionswinkeln und Abständen, zu Bahnbestimmungen geeignet, haben schon bei einer beträchtlichen Zahl von Doppelsternen gezeigt, daß der Begleiter sich um den als ruhend betrachteten Hauptstern, von denselben Gravitationskräften getrieben, bewegt, welche in unserem Sonnensystem walten. Diese feste, kaum erst seit einem Viertel-Jahrhundert errungene Ueberzeugung bezeichnet eine der großen Epochen in der Entwicklungsgeschichte des höheren kosmischen Naturwissens. Weltkörper, denen man nach altem Brauche den Namen der Fixsterne erhalten hat, ob sie gleich weder an die Himmelsdecke angeheftet noch unbewegt sind, hat man sich gegenseitig bedecken gesehen. Die Kenntniß von der Existenz partieller Systeme in sich selbst gegründete Bewegung erweitert um so mehr den Blick, als diese Bewegungen wieder allgemeineren, die Himmelsräume belebenden, untergeordnet sind.

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Name.	Halbe große Ase.	Eccentricität.	Umlaufzeit in Jahren.	Berechner.
1) ξ Ursae maj.	3",857	0,4164	58,262	Savary, 1830.
	3",278	0,3777	60,720	John Herschel, Tabelle v. 1849.
	2",295	0,4037	61,300	Mädlar, 1847.
2) p Ophiuchi	4",328	0,4300	73,862	Ende, 1832.
3) ζ Herculis	1",208	0,4320	30,22	Mädlar, 1847.
4) Castor	5",086	0,7582	252,66	John Herschel, Tabelle v. 1849.
	8",692	0,2194	519,77	Mädlar, 1847.
	6",300	0,2405	632,27	Hind, 1849.
5) γ Virginis	3",580	0,8795	182,12	John Herschel, Tabelle v. 1849.
	3",863	0,8806	169,44	Mädlar, 1847.
6) α Centauri	15",500	0,9500	77,00	Cap. Jacob, 1848

VII.

Die Nebelflecke. — Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind? — Die beiden Magellanschen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. —

Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlenküde am südlichen Himmelsgewölbe.

Unter den uns sichtbaren, den Himmelsraum erfüllenden Weltkörpern giebt es neben denen, welche mit Sternlicht glänzen (selbstleuchtenden oder bloß planetarisch erleuchteten; isolirt stehenden, oder vielfach gepaarten und um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisenden Sternen) auch Massen mit milderem, mattem Nebelschimmer*). Bald als scharf begrenzte, schreibensförmige Lichtwölkchen auftretend, bald unförmlich und vielgestaltet über große Räume ergossen, scheinen diese auf den ersten Blick dem bewaffneten Auge ganz von den Weltkörpern verschieden, die wir in den letzten vier Abschnitten der Astrognosie umständlich behandelt haben. Wie man geneigt ist aus der beobachteten, bisher unerklärten, Bewegung †) gesehener Weltkörper auf die Existenz ungesehener zu schließen; so haben Erfahrungen über die Auflöslichkeit einer beträchtlichen Zahl von Nebelflecken in der neuesten Zeit Schlußfolgen über die Nicht-Existenz aller Nebelflecke, ja alles

*) Rosmo's Buch I. S. 38-42, und 76. Buch II. S. 369; Buch III. S. 403-406, 457, 465 und 470. †) Rosmo's Buch III. S. 485.

kosmischen Nebels im Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke eine selbstleuchtende dunstartige Materie, oder ferne, eng zusammengebrängte, rundliche Sternhaufen sein: immer bleiben sie für die Kenntniß der Anordnung des Weltgebäudes, dessen, was die Himmelsräume ausfüllt, von großer Wichtigkeit.

Die Zahl der örtlich in Rectascension und Declination bestimmten übersteigt schon 3600. Einige der unformlich ausgedehnten haben die Breite von acht Monddurchmessern. Nach William Herschel's älterer Schätzung (1811) bedecken die Nebelflecke wenigstens $\frac{1}{370}$ des ganzen sichtbaren Firmaments. Durch Riesenfernrohre gesehen, führt ihre Betrachtung in Regionen, aus denen der Lichtstrahl nach nicht ganz unwahrscheinlicher Annahme Millionen von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen: auf Abstände, zu deren Ausmessung die Dimensionen unserer näheren Fixsternsicht (Sirlusweiten oder berechnete Entfernungen von den Doppelsternen des Schwans und des Centauren) kaum ausreichen. Sind die Nebelflecke elliptische oder kugelförmige Sterngruppen, so erinnern sie, durch ihre Conglomeration selbst, an ein räthselhaftes Spiel von Gravitationskräften, denen sie gehorchen. Sind es Dunstmassen mit einem oder mehreren Nebelfernen, so mahnen die verschiedenen Grade ihrer Verdichtung an die Möglichkeit eines Processes allmäliger Sternbildung aus ungeballter Materie. Kein anderes kosmisches Gebilde, kein anderer Gegenstand der mehr beschauend als messenden Astronomie ist in gleichem Maße geeignet, die Einbildungskraft zu beschäftigen: nicht etwa bloß als symbolisirendes Bild räumlicher Unendlichkeit, sondern weil die Erforschung verschiedener Zustände des Seins und ihre geahndete Verknüpfung in zeitlicher Reihenfolge uns eine Einsicht in das Werden*) zu offenbaren verheißt.

Die historische Entwicklung unserer gegenwärtigen Kenntniß von den Nebelflecken lehrt, daß hier, wie fast überall in der Geschichte des Naturwissens, dieselben entgegengesetzten Meinungen, welche jetzt noch zahlreiche Anhänger haben, vor langer Zeit, doch mit schwächeren Gründen, vertheidigt wurden. Seit dem allgemeinen Gebrauch des Fernrohrs sehen wir Galilei, Dominicus Cassini und den scharfsinnigen John Michell alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen betrachten: während Halley, Verham, Lacaille, Kant und Lambert die Existenz sternloser Nebelmassen behaupteten. Kepler (wie vor der Anwendung des telescopischen Sebens Tycho de Brahe) war ein eifriger Anhänger der Theorie der Sternbildung aus kosmischem Nebel, aus verdichtetem, zusammengeballtem Himmelsdunste. Er glaubte: *caeli materiam tenuissimam* (der Nebel, welcher in der Milchstraße mit mildem Sternlicht leuchte), in *unum globum condensatam, stellam effingere*; er gründete seine Meinung nicht auf den Verdichtungs-Proceß, der in begrenzten rundlichen Nebelflecken vorgehe (diese waren ihm unbekannt), sondern auf das plötzliche Auslodern neuer Sterne am Rande der Milchstraße.

Wie die Geschichte der Doppelsterne, so beginnt auch die der Nebelflecke, wenn man das Hauptaugenmerk auf die Zahl der aufgefundenen Objecte, auf die Gründlichkeit ihrer telescopischen Untersuchung und die Verallgemeinerung der Ansichten richtet, mit William Herschel. Bis zu ihm (Messier's verdienstvolle Bemühungen eingerechnet) waren in beiden Hemisphären nur 120 unaufgelöste Nebelflecke der Position nach bekannt; und 1786 veröffentlichte bereits der große Astronom von Slough ein erstes Verzeichniß, das deren 1000 enthielt. Schon früher habe ich in diesem Werke umständlich erinnert, daß, was von Hipparchus und Geminus, in den Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes und im Almagest des Ptolemäus Nebelsterne (*νεφελιστῆρες*) genannt wird, Sternhaufen sind, welche dem unbewaffneten Auge in Nebelschimmer erscheinen †). Dieselbe Benennung als *Nebulosae* latinisirt, ist in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in die *Alphonsi-*

*) Kosmos Buch I. S. 39.

†) Kosmos Buch III. S. 430 und Anm. *), 457 und Anm. †).

schen Tafeln übergegangen: wahrscheinlich durch den überwiegenden Einfluß des jüdischen Astronomen Isaac Aben Sid Hassan, Vorstehers der reichen Synagoge zu Toledo. Gedruckt erschienen die Alphonsinischen Tafeln erst 1483, und zwar zu Venedig.

Die erste Angabe eines wunderbaren Aggregats von zahllosen wirklichen Nebelflecken, mit Sternschwärmen vermischt, finden wir bei einem arabischen Astronomen aus der Mitte des zehnten Jahrhunderts, bei Abdurrahman Sufi aus dem persischen Irak. Der weiße Dohse, den er tief unter Canopus in milchigem Lichte glänzen sah, war zweifelsohne die Große Magellanische Wolke, welche bei einer scheinbaren Breite von fast 12 Monddurchmessern einen Himmelsraum von 42 Quadratgraden bedeckt, und deren europäische Reisende erst im Anfang des 16ten Jahrhunderts Erwähnung thun, wenn gleich schon zweihundert Jahre früher Normänner an der Westküste von Afrika bis Sierra Leone ($8^{\circ} \frac{1}{2}$ nördl. Br.) gelangt waren *). Eine Nebelmasse von so großem Umfange, dem unbewaffneten Auge vollkommen sichtbar, hätte doch früher die Aufmerksamkeit auf sich ziehen sollen †).

Der erste isolirte Nebelfleck, welcher als völlig sternlos und als ein Gegenstand eigener Art durch ein Fernrohr erkannt und beobachtet wurde, war der, ebenfalls dem bloßen Auge sichtbare Nebelfleck bei γ der Andromeda. Simon Marius (Mayer aus Gunglshausen in Franken), früher Musiker, dann Hof-Mathematicus eines Markgrafen von Culmbach, derselbe, welcher die Jupiterstrabanten neun Tage ‡) früher als Galilei gesehen, hat auch das Verdienst, die erste und zwar eine sehr genaue Beschreibung eines Nebelflecks gegeben zu haben. In der Vorrede seines *Mundus Jovialis* ||) erzählt er, daß „am 15. December 1612 er einen Fixstern aufgefunden habe von einem Ansehen, wie ihm nie einer vorgekommen sei. Er stehe nahe bei dem 3ten und nördlichen Sterne im Gürtel der Andromeda; mit unbewaffnetem Auge gesehen, schiene er ihm ein bloßes Wölkchen, in dem Fernrohr finde er aber gar nichts sternartiges darin: wodurch sich diese Erscheinung von den Nebelsternen des Krebses und anderen nebeligen Haufen unterscheide. Man erkenne nur einen weißlichen Schein, der heller im Centrum, schwächer gegen die Ränder hin sei. Bei einer Breite von $\frac{1}{4}$ Grad gleiche das Ganze einem in großer Ferne gesehenen Lichte, das (in einer Laterne) durch (halb durchsichtige) Scheiben von Horn gesehen werde (similis fere splendor apparet, si a longinquo candela ardens per cornu pellucidum de noctu cernatur).“ Simon Marius fragt sich, ob dieser sonderbare Stern ein neu entstandener sei; er will nicht entscheiden: findet es aber recht auffallend, daß Tycho, welcher alle Sterne des Gürtels der Andromeda aufgezählt habe, nichts von dieser Nebulosa gesagt. In dem *Mundus Jovialis*, der erst 1614 erschien, ist also (wie ich schon an einem anderen Orte ¶) bemerkt habe) der Unterschied zwischen einem für die damaligen telescopischen

*) Vor der Expedition von Alvaro Becerra. Die Portugiesen brangen 1471 bis südlich vom Aequator vor. S. Humboldt, *Examen critique de l'hist. de la Géogr. du Nouveau Continent* T. I. p. 290–292. Aber auch in Ost-Afrika wurde unter den Lagiden der Handelsweg durch den indischen Ocean, begünstigt durch den Südwest-Monsun (Hippalus), von Ocellis an der Straße Bab-el-Mandeb nach dem malabarischen Stapelplatz Muziris und Ceylon benutzt (Kosmos Buch II. S. 279 und Anmerkungen. Auf allen hier genannten Seefahrten waren die Magellanischen Wolken gesehen aber nicht beschrieben worden.

†) Sir John Herschel, *Capeyre* § 132.

‡) A. a. D. S. 362 und 363, und Anm. Galilei, welcher den Unterschied der Entdeckungstage (29. Dec. 1609 und 7. Jan. 1610) dem Kalender-Unterschied zuzuschreiben sucht, behauptet deshalb die Jupitersatelliten einen Tag früher als Marius gesehen zu haben; er geht in seinem Zorne gegen die „bugia del impostore erotico Guntzenhuano“ so weit zu erklären: „che molto probabilmente il Erotico Simon Mario non ha os-

servato giammai i Pianeti Medicei.“ (S. *Opere di Galileo Galilei*, Padova 1744, T. II. p. 235–237 und *Reli.*, Vita e Commercio letterario di Galilei 1793 Vol. I. p. 240–246.) Sehr friebam und bescheiden hatte sich doch der Erotico selbst über das Maas seines Verdienstes in der Entdeckung ausgebrüht. „Ich behaupte bloß,“ sagt Simon Marius in der Vorrede zum *Mundus Jovialis*: „haec sidera (Brandenburgica) a nullo mortalium mihi ulla ratione communstrata, sed propria indagine sub ipsissimum fere tempus, vel aliquanto citius quo Galilaeus in Italia ea primum vidit, a me in Germania adinventata et observata fuisse. Merito igitur Galilaeo tribuitur et manet laus primae inventionis horum siderum apud Italos. An autem iator meos Germanos quispiam ante me ea invenerit et viderit, hactenus intelligere non potui.“

||) *Mundus Jovialis* anno 1609 detectus ope perspicilli Belgici (Noribergae 1614).

¶) Kosmos Buch II. S. 369.

Kräfte unauflösliehen Nebelfleck und einem Sternhaufen (engl. cluster, franz. amas d'étoiles) ausgesprochen, welchem die gegenseitige Annäherung vieler, dem bloßen Auge unsichtbaren, kleinen Sterne einen Nebelschein giebt. Trotz der großen Vervollkommenung optischer Werkzeuge ist fast drittehalb Jahrhunderte lang der Nebel der Andromeda, wie bei seiner Entdeckung, für vollkommen sternleer gehalten worden: bis vor zwei Jahren jenseits des atlantischen Oceans von George Bond zu Cambridge (V. St.) 1500 kleine Sterne within the limits of the nebula erkannt worden sind. Ich habe, trotz des unaufgelösten Kerns, nicht angestanden, ihn unter den Sternhaufen aufzuführen *).

Es ist wohl nur einem sonderbaren Zufall zuzuschreiben, daß Galilei, der sich schon vor 1610, als der Sidereus Nuntius erschien, mehrfach mit der Constellation des Orion beschäftigte, später in seinem Saggiatore, da er längst die Entdeckung des sternlosen Nebels in der Andromeda aus dem Mundus Jovialis kennen konnte, keines anderen Nebels am Firmamente gedenkt, als solcher, welche sich selbst in seinen schwachen optischen Instrumenten in Sternhaufen auflösten. Was er Nebulose del Orione e del Presepe nennt, sind ihm nichts als „Anhäufungen (coacervazioni) zahlloser kleiner Sterne“ †). Er findet ab nach einander unter den täuschenden Namen Nebulosae Capitis, Cinguli et Ensis Orionis Sternhaufen, in denen er sich freut in einem Raum von 1 oder 2 Graden 400 bisher unaufgezählte Sterne aufgefunden zu haben. Von unaufgelöstem Nebel ist bei ihm nie die Rede. Wie hat der große Nebelfleck im Schwerdt seiner Aufmerksamkeit entgehen, wie dieselbe nicht fesseln können? Aber wenn auch der geistreiche Forscher wahrscheinlich nie den unförmlichen Orions-Nebel oder die rundliche Scheibe eines sogenannten unauflösliehen Nebels gesehen hat, so waren doch seine allgemeinen Betrachtungen ‡) über die innere Natur der Nebelflecke denen sehr ähnlich, zu welchen gegenwärtig der größere Theil der Astronomen geneigt ist. So wenig als Galilei, hat auch Hevel in Danzig, ein ausgezeichnet, aber dem telescopischen Sehen beim Catalogisiren der Sterne wenig holden §) Beobachter, des großen Orions-Nebels in seinen Schriften erwähnt. Sein Sternverzeichnis enthält überhaupt kaum 16 in Position bestimmte Nebelflecke.

Endlich im Jahr 1656 entdeckte ¶) Huygens den durch Ausdehnung, Gestalt, die Zahl und die Berühmtheit seiner späteren Erforscher so wichtig gewordenen Nebelfleck im Schwerdt des Orion, und veranlaßte Picard sich fleißig (1676) mit demselben zu beschäftigen. Die ersten Nebelflecke der in Europa nicht sichtbaren Regionen des südlichen Himmels bestimmte, aber in überaus geringer Zahl, bei seinem Aufenthalte auf St. Helena (1677) Edmund Halley. Die lebhafteste Vorliebe, welche der große Cassini (Johann Dominicus) für alle Theile der beschauenden Astronomie hatte, leitete ihn gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts auf die sorgfältigere Erforschung der Nebel der Andromeda und des Orion. Er glaubte seit Huygens Veränderungen in dem letzteren, „da Sterne in dem ersteren erkannt zu haben, die man nicht mit schwachen Fernröhren sieht.“ Man hat Gründe die Behauptung der Gestalt-Veränderung für eine Täuschung zu halten, nicht ganz die Existenz von

*) Ross's Buch III. S. 458.

†) „Galilei notò che le Nebulose di Orione null' altro erano che mucchi e coacervazioni d' innumerabili Stelle.“ Ricci, Vita di Galilei Vol. I. p. 208.

‡) „In primo integrum Orionis Constellationem pingere decreveram; vero, ab ingenti stellarum copia, temporis vero inopia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli. — Cum non tantum in Galaxia lacteus ille candor veluti albicantis nubis spectetur, sed complures consimilis coloris areolae sparsim per aethera subfulgeant, si in illarum quamlibet Specillum convertas, Stellarum constipatarum coetum offendes. Amplius (quod magis mirabile) Stellae, ab Astronomis singulis in hanc usque diem Nebulosae appellatae, Stellarum mirum in modum consitarum greges sunt: ex quarum radio-

rum commixtione, dum unaquaque ob exilitatem, seu maximam a nobis remotionem, oculorum aciem fugit, candor ille consurgit, qui densior pars caeli, Stellarum aut Solis radios retorquere valens, huic usque creditus est.“ Opere di Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 14–15; Sidereus Nuncius p. 13, 15 (no. 19–21) und 35 (no. 56.)

§) Ross's Buch III. S. 417 Anm. †). Ich erinnere auch an die Vignette, welche die Einleitung von Hevelii Firmamentum Sobeseianum 1687 beschließt und auf der man drei Genien sieht, von welchen zwei am Hevel'schen Sextanten beobachten. Dem dritten Genius, der ein Fernrohr zuträgt und es anzuhängen scheint, antworten die Beobachtenden: praestat nudo oculo!

¶) Huygens, Systema Saturnium in seinen Opera varia, Lugd. Bat. 1724, T. II. p. 523 und 593.

Sternen in dem Nebel der Andromeda seit den merkwürdigen Beobachtungen von George Bond. Cassini ahndete dazu aus theoretischen Gründen eine solche Auflösung, da er, in directem Widerspruch mit Halley und Derham, alle Nebelflecke für sehr ferne Sternschwärme hielt*). Der matte, milde Lichtschimmer in der Andromeda, meint er, sei allerdings dem des Zodiaccallichtes analog; aber auch dieses sei aus einer Unzahl dicht zusammengedrängter kleiner planetarischer Körper zusammengesetzt†). Lacaille's Aufenthalt in der südlichen Hemisphäre (am Vorgebirge der guten Hoffnung, auf Ile de France und Bourbon, 1750—1752) vermehrte so ansehnlich die Zahl der Nebelflecke, daß Struve mit Recht bemerkt, man habe durch dieses Reisenden Bemühungen damals mehr von der Nebelwelt des südlichen Firmaments als von der in Europa sichtbaren gewußt. Lacaille hat übrigens mit Glück versucht, die Nebelflecke nach ihrer scheinbaren Gestalt in Classen zu vertheilen; auch unternahm er zuerst, doch mit wenigem Erfolge, die schwierige Analyse des so heterogenen Inhalts der beiden Magellanischen Wolken (Nubeula major et minor). Wenn man von den anderen 42 isolirten Nebelflecken, welche Lacaille an dem südlichen Himmel beobachtete, 14 vollkommen, und selbst mit schwacher Vergrößerung, zu wahren Sternhaufen aufgelöste abzieht, so bleibt nur die Zahl von 28 übrig: während, mit mächtigeren Instrumenten wie mit größerer Uebung und Beobachtungsgabe ausgerüstet, es Sir John Herschel glückte unter derselben Zone, die Clusters ebenfalls ungerechnet, an 1500 Nebelflecke zu entdecken.

Entblößt von eigener Anschauung und Erfahrung, phantasirten, nach sehr ähnlichen Richtungen hinstrebend, ohne ursprünglich‡) von einander zu wissen, Lambert (seit 1749), Kant (seit 1755) mit bewundernswürdigem Scharfsinn über Nebelflecke, abge sonderte Milchstraßen und sporadische, in den Himmelsräumen vereinzelte Nebel- und Sterninseln. Beide waren der Dunst-Theorie (nebular hypothesis) und einer perpetuirlichen Fortbildung in den Himmelsräumen, ja den Ideen der Stern-Erzeugung aus kosmischem Nebel zugethan. Der vielgereiste Le Gentil (1760—1769) belebte lange vor seinen Reisen und den verfehlten Venus-Durchgängen das Studium der Nebelflecke durch eigene Beobachtung über die Constellationen der Andromeda, des Schützen und des Orion. Er bediente sich eines der im Besitze der Pariser Sternwarte befindlichen Objective von Campani, welches 34 Fuß Focalelänge hat. Ganz den Ideen von Halley und Lacaille, Kant und Lambert widerstrebend, erklärte der geistreiche John Michell wieder (wie Galilei und Dominicus Cassini) alle Nebel für Sternhaufen, Aggregate von sehr kleinen oder sehr fernem telescopischen Sternen, deren Dasein bei Verbesserung der Instrumente gewiß einst würde erwiesen werden§). Einen reichen Zuwachs, verglichen mit den langsamen Fortschritten, welche wir bisher geschildert, erhielt die Kenntniß der Nebelflecke durch den beharrlichen Fleiß von Messier. Sein Catalogus von 1771 enthielt, wenn man die älteren, von Lacaille und Mechain entdeckten Nebel abzieht, 66 bis dahin ungesehene. Es gelang seiner Anstrengung, auf dem ärmlich ausgerüsteten Observatoire de la Marine (Hôtel de Clugny) die Zahl der damals in beiden Hemisphären aufgezählten Nebelflecke zu verdoppeln¶).

*) „Dans les deux nébuleuses d'Andromède et d'Orion," sagt Dominicus Cassini, „j'ai vu des étoiles qu'on n'aperçoit pas avec des lunettes communes. Nous ne savons pas si l'on ne pourroit pas avoir des lunettes assez grandes pour que toute la nébulosité pût se résoudre en de plus petites étoiles, comme il arrive à celles du Cancer et du Sagittaire." De la lumière, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 700 und 744.

†) Kosmos Buch I. S. 70 Anm. †).

‡) Ueber Ideen-Gemeinschaft und Ideen-Verschleidenheit von Lambert und Kant, wie über die Zeiten ihrer Publicationen s. Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 11, 13 und 21; notes 7, 15 und 33. Kant's „allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels“

erschien anonym und dem Großen König zugeeignet 1755; Lambert's „Photometria," wie schon oben bemerkt worden ist, 1760, seine „Sammlung kosmologischer Briefe über die Einrichtung des Weltbaues" 1761.

§) „Those Nebulae," sagt John Michell 1767 (Philos. Transact. Vol. LVII. for 1767 p. 251), „in which we can discover either none, or only a few stars even with the assistance of the best telescopes, are probably systems, that are still more distant than the rest."

¶) Messier in den Mém. de l'Académie des Sciences 1771 p. 435 und in der Connoiss. des temps pour 1783 et 1784. Das ganze Verzeichniß enthält 103 Objecte.

Auf diese schwachen Anfänge folgte die glänzende Epoche der Entdeckungen von William Herschel und seinem Sohne. Der erstere begann schon 1779 eine regelmäßige Musterung des nebelreichen Himmels durch einen siebenfüßigen Reflector. Im Jahre 1787 war sein 40füßiges Riesentelescop vollendet; und in drei Catalogen *), welche 1786, 1789 und 1802 erschienen, lieferte er die Positionen von 2500 Nebeln und Sternhaufen. Bis 1785, ja fast bis 1791, scheint der große Beobachter mehr geneigt gewesen zu sein, wie Michell, Cassini und jetzt Lord Rosse, die ihm unauslöschlichen Nebelflecke für die sehr entfernt liegende Sternhaufen zu halten; aber eine längere Beschäftigung mit dem Gegenstande zwischen 1799 und 1802 leitete ihn, wie einst Halley und Lacaille, auf die Dunst-Theorie; ja, wie Tycho und Kepler, auf die Theorie der Sternbildung durch allmältige Verdichtung des kosmischen Nebels. Beide Ansichten sind indeß nicht nothwendig †) mit einander verbunden. Die von Sir William Herschel beobachteten Nebel und Sternhaufen hat sein Sohn Sir John von 1825 bis 1833 einer neuen Musterung unterworfen; er hat die älteren Verzeichnisse durch 500 neue Gegenstände bereichert, und in den Philosophical transactions for 1833 (p. 365 bis 481) einen vollständigen Catalogus von 2307 Nebulae and Clusters of stars veröffentlicht. Diese große Arbeit enthält alles, was in dem mittleren Europa am Himmel aufgefunden war; und schon in den unmittelbar folgenden 5 Jahren (1834 bis 1838) sehen wir Sir John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung, mit einem 20füßigen Reflector ausgerüstet, den ganzen dort sichtbaren Himmel durchforschen, und zu jenen 2307 Nebeln und Sternhaufen ein Verzeichniß von 1708 Positionen hinzufügen ‡). Von Dunlop's Catalogus südlicher Nebel und Sternhaufen (629 an der Zahl, zu Paracatta beobachtet durch einen 9füßigen, mit einem Spiegel von 9 Zoll Durchmesser versehenen Reflector §) von 1825 bis 1827) ist nur $\frac{1}{3}$ in Sir John Herschel's Arbeit übergegangen.

Eine dritte große Epoche in der Kenntniß jener räthselhaften Weltkörper hat mit der Construction des bewundernswürdigen funzigfüßigen Telescops ¶) des Earl of Rosse zu Parsonstown begonnen. Alles, was, in dem langen Schwanken der Meinungen, auf den verschiedenen Entwicklungsstufen kosmischer Anschauung zur Sprache gekommen war, wurde nun in dem Streit über die Nebel-Hypothese und die behauptete Nothwendigkeit sie gänzlich aufzugeben der Gegenstand lebhafter Discussionen. Aus den Berichten ausgezeichnete und mit den Nebelflecken lange vertrauter Astronomen, die ich habe sammeln können, erhellt, daß von einer großen Zahl der aus dem Catalogus von 1833 wie zufällig unter allen Classen ausgewählten, für unauslöschlich gehaltenen Objecte fast alle (der Director der Sternwarte von Armagh, Dr. Robinson, giebt deren über 40 an) vollständig aufgelöst wurden **). Auf gleiche Weise drückt sich Sir John Herschel, sowohl in der Eröffnungsrede der Versammlung der British Association zu Cambridge 1845 als in den Outlines of Astronomy 1849, aus. „Der Reflector von Lord Rosse,“ sagt er, „hat aufgelöst oder als auflösbar gezeigt eine beträchtliche Anzahl (multitudes) von Nebeln, welche der raum-

*) Philos. Transact. Vol. LXXVI., LXXIX. und XCII.

†) „The nebular hypothesis, as it has been termed, and the theory of sidereal aggregation stand in fact quite independent of each other.“ Sir John Herschel, Outlines of Astronomy 2 872 p. 599.

‡) Die Zahlen, welche ich hier gebe, sind die aus gezählten Objecte von No. 1 bis 2307 im europäischen, nördlichen Cat. von 1833 und die von No. 2308 bis 4015 im afrikanischen, südlichen Cat. (Caprise p. 51–128.)

§) James Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 p. 113–151.

¶) Vergl. Rosse's Buch III. S. 418 u. Anm. †).

***) An account of the Earl of Rosse's great Telescope p. 14–17, wo die Liste der im März 1845 von Dr. Robinson und Sir James South aufgelösten Nebel gegeben wird. „Dr. Robinson could not leave this

part of his subject without calling attention to the fact, that no real nebula seemed to exist among so many of these objects chosen without any bias: all appeared to be clusters of stars, and every additional one which shall be resolved, will be an additional argument against the existence of any such.“ Schumacher, Astr. Nachr. No. 536. — In der Notice sur les grands Télescopes de Lord Oxmantown, aujourd'hui Earl of Rosse (Bibliothèque universelle de Genève T. LVII. 1845 p. 342–357) heißt es: „Sir James South rappelle que jamais il n'a vu de représentations sidérales aussi magnifiques que celles que lui offrait l'instrument de Parsonstown; qu'une bonne partie des nébuleuses se présentaient comme des amas ou groupes d'étoiles, tandis que quelques autres, à ses yeux du moins, n'offraient aucune apparence de résolution en étoiles.“

Lichtbringenden Kraft der schwächeren optischen Instrumente widerstanden hatten. Wenn es gleich Nebelflecke giebt, welche jenes mächtige Telescop von sechs englischen Fußes Oeffnung nur als Nebel, ohne alle Anzeige der Auflösung, darstellt; so kann man doch nach Schlüssen, die auf Analogien gegründet sind, vermuthen, daß in der Wirklichkeit kein Unterschied zwischen Nebeln und Sternhaufen vorhanden sei*).

Der Urheber des mächtigen optischen Apparates von Parsonstown, stets das Resultat wirklicher Beobachtungen von dem trennend, zu dem nur gegründete Hoffnung vorhanden ist, drückt sich selbst mit großer Vorsicht über den Orions-Nebel in einem Briefe an Professor Nichol zu Glasgow †) aus (19. März 1846). „Nach unserer Untersuchung des berühmten Nebelflecks,“ sagt er, „kann ich mit Gewißheit aussprechen, daß, wenn anders irgend einer, nur ein geringer Zweifel über die Auflösbarkeit bleibt. Wir konnten wegen der Luftbeschaffenheit nur die Hälfte der Vergrößerung anwenden, welche der Spiegel zu ertragen im Stande ist; und doch sahen wir, daß alles um das Trapezium umher eine Masse von Sternen bildet. Der übrige Theil des Nebels ist ebenfalls reich an Sternen und trägt ganz den Charakter der Auflösbarkeit.“ Auch später noch (1848) soll Lord Rosse nie eine schon erlangte völlige Auflösung des Orions-Nebels, sondern immer nur die nahe Hoffnung dazu, die gegründete Wahrscheinlichkeit den noch übrigen Nebel in Sterne aufzulösen, verkündet haben.

Wenn man trennt, in der neuerlichst so lebhaft angeregten Frage über die Nicht-Existenz einer selbstleuchtenden, dunstförmigen Materie im Weltall, was der Beobachtung und was inductiven Schlußformen angehört; so lehrt eine sehr einfache Betrachtung, daß durch wachsende Vervollkommenung der telescopischen Sehkraft allerdings die Zahl der Nebel beträchtlich vermindert, aber keinesweges durch diese Verminderung erschöpft werden könne. Unter Anwendung von Fernröhren wachsender Stärke wird jedes nachfolgende auflösen, was das vorhergehende unaufgelöst gelassen hat; zugleich aber auch wenigstens ‡) theilweise, wegen seiner zunehmenden raumdurchbringenden Kraft, die aufgelösten Nebel durch neue, vorher unerreichte, ersetzen. Auflösung des Alten und Entdeckung des Neuen, welches wieder eine Zunahme von optischer Stärke erheischt, würden demnach in endloser Reihe auf einander folgen. Sollte dem nicht so sein: so muß man sich nach meinem Bedünken entweder den gefüllten Weltraum begrenzt; oder die Weltinseln, zu deren einer wir gehören, dermaßen von einander entfernt denken, daß keines der noch zu erfindenden Fernröhre zu dem gegenüberliegenden Ufer hinüberreicht, und daß unsere letzten (äußersten) Nebel sich in Sternhaufen auflösen, welche sich wie Sterne der Milchstraße „auf schwarzen, ganz dunstfreien Grund projectiren ||).“ Ist aber wohl ein solcher Zustand des Weltbaues

*) Report of the fifteenth Meeting of the British Association, held at Cambridge in June 1845, p. XXXVI und Outlines of Astr. p. 597 und 598. „By far the major part,“ sagt Sir John Herschel, „probably at least nine tenths of the nebulous contents of the heavens consist of nebulae of spherical or elliptical forms, presenting every variety of elongation and central condensation. Of these a great number have been resolved into distant stars (by the Reflector of the Earl of Rosse), and a vast multitude more have been found to present that mottled appearance which renders it almost a matter of certainty that an increase of optical power would show them to be similarly composed. A not unnatural or unfair induction would therefore seem to be, that those which resist such resolution, do so only in consequence of the smallness and closeness of the stars of which they consist: that, in short, they are only optically and not physically nebulous. — Although nebulae do exist which even in this powerful telescope (of Lord Rosse) appear as nebulae, without any sign of resolution, it may very reason-

ably be doubted whether there be really any essential physical distinction between nebulae and clusters of stars.“

†) Dr. Nichol, Professor der Astronomie zu Glasgow, hat diesen, aus Castle Parsonstown datirten Brief in seinen Thoughts of some important points relating to the System of the World 1846 p. 55 bekannt gemacht: „In accordance with my promise of communicating to you the result of our examination of Orion, I think, I may safely say, that there can be little, if any doubt as to the resolvability of the Nebula. Since you left us, there was not a single night when, in absence of the moon, the air was fine enough to admit of our using more than half the magnifying power the speculum bears: still we could plainly see that all about the trapezium is a mass of stars; the rest of the nebula also abounding with stars and exhibiting the characteristics of resolvability strongly marked.“

‡) Vergl. Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 186.

||) Rosse's Buch III. S. 460 und Anm. *).

und zugleich der Vervollkommenung optischer Werkzeuge wahrscheinlich, bei dem am ganzen Firmament fein unaufgelöster Nebelfleck mehr aufzufinden wäre?

Die hypothetische Annahme eines selbstleuchtenden Fluidums, das, scharf begrenzt, in runden oder ovalen Nebelflecken austritt, muß nicht verwechselt werden mit der ebenfalls hypothetischen Annahme eines nicht leuchtenden, den Weltraum füllenden, durch seine Wellenbewegung Licht, strahlende Wärme und Electro-Magnetismus erzeugenden Aethers*). Die Ausströmungen der Cometenkerne, als Schwelke oft ungeheure Räume einnehmend, verstreuen ihren uns unbekannten Stoff zwischen die Planetenbahnen des Sonnensystems, welche sie durchschneiden. Getrennt von dem leitenden Kerne, hört aber der Stoff auf uns bemerkbar zu leuchten. Schon Newton hielt für möglich, daß „vapores ex Sole et Stellis fixis et caudis Cometarum“ sich der Erd-Atmosphäre beimischen könnten†). In dem dunstartigen freifliegenden, abgeplatteten Ringe des Zodiacalscheins hat noch kein Fernrohr etwas sternartiges entdeckt. Ob die Theilchen, aus welchen dieser Ring besteht und welche noch dynamischen Bedingungen von einigen als um sich selbst rotirend, von Anderen als bloß um die Sonne kreisend gebracht werden, erleuchtet oder, wie mancher irdische Nebel‡), selbstleuchtend sind: bleibt unentschieden. Dominicus Cassini glaubte, daß sie kleine planetenartige Körper§) seien. Es ist wie ein Bedürfnis des sinnlichen Menschen, in allem Flüssigen discrete¶) Molecular-Theile zu suchen, gleich den vollen oder hohlen Wolkenbläschen; und die Gradationen der Dichtigkeits-Abnahme in unserem Planetensysteme von Merkur bis Saturn und Neptun (von 1,12 bis 0,14 : die Erde = 1 gesetzt) führen zu den Cometen, durch deren äußere Kernschichten noch einschwacher Stern sichtbar wird: ja sie führen allmählig zu discreten, aber so undichten Theilen, daß ihre Starrheit in großen oder kleinen Dimensionen fast nur durch Begrenztheit charakterisirt werden könnte. Es sind gerade solche Betrachtungen über die Beschaffenheit des scheinbar dunstförmigen Thierkreislichtes, welche Cassini lange vor Entdeckung der sogenannten kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter und vor den Muthmaßungen über Meteor-Asteroiden auf die Idee geleitet hatten, daß es Weltkörper von allen Dimensionen und allen Arten der Dichtigkeit gebe. Wir berühren hier fast unwillkürlich den alten naturphilosophischen Streit über das primitiv Flüssige und das aus discreten Molecular-Theilen Zusammengesetzte, was freilich deshalb der mathematischen Behandlung zugänglicher ist. Um so schneller kehren wir zu dem rein Objectiven der Erscheinung zurück.

In der Zahl von 3926 (2451 + 1475) Positionen, welche zugehören: a) dem Theil des Firmaments, welcher in Slough sichtbar ist und welchen wir hier der Kürze wegen den nördlichen Himmel nennen wollen (nach drei Verzeichnissen von Sir William Herschel von 1786 bis 1802 und der oben erwähnten großen Musterung des Sohnes in den Philos. Transact. von 1833); und b) dem Theile des südlichen Himmels, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung sichtbar ist, nach den afrikanischen Catalogen von Sir John Herschel: finden sich Nebelflecke und Sternhaufen (Nebulae and Clusters of stars) unter einander gemengt. So innig auch diese Gegenstände ihrer Natur nach mit einander verwandt sein mögen, so habe ich sie doch, um einen bestimmten Zeitpunkt des schon Erkannten zu bezeichnen, in der Aufzählung von einander gesondert. Ich finde**) in

*) Kosmos Buch III. S. 401.

†) Newton, Philos. Nat. Principia mathematica 1760 T. III. p. 671.

‡) Kosmos Buch I. S. 70.

§) Kosmos Buch I. S. 70 Anm. †).

¶) Sir John Herschel, Carreie § 109–111.

**) Die Fundamente dieser Aufzählung erheischen hier eine Erläuterung. Die drei Cataloge von Herschel dem Vater enthalten 2500 Objecte, nämlich 2303 Nebel und 197 Sternhaufen (Mädler, Astr. S. 448). In der

späteren, weit genaueren Musterung des Sohnes (Observations of Nebulae and clusters of stars made at Slough with a twenty-feet Reflector between the years 1825 and 1833, in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1833 p. 365–481) wurden diese Zahlen verändert. Obgleich 1800 Objecte waren identisch mit denen der drei früheren Cataloge; drei- bis vierhundert aber wurden vorläufig ausgeschieden, und mehr als fünfshundert neu entdeckte in Rectascension und Declination bestimmt

dem nördlichen Catalog: der Nebelflecke 2299, der Sternhaufen 152; im südlichen oder Cap-Catalog: der Nebelflecke 1239, der Sternhaufen 236. Es ergibt sich demnach für die Nebelflecke, welche in jenen Verzeichnissen, als noch nicht in Sternhaufen aufgelöst, angegeben werden, am ganzen Firmament die Zahl von 3538. Es kann dieselbe wohl bis 4000 vermehrt werden, wenn man in Betrachtung zieht drei- bis vierhundert von Herschel dem Vater gesehene *) und nicht wieder bestimmte, wie die von Dunlop in Paramatta mit einem neunzölligen Newton'schen Reflector beobachteten 629, von denen Sir John Herschel nur 206 seinem Verzeichniß angeeignet hat †). Ein ähnliches Resultat haben neuerlichst auch Bond und Mädler veröffentlicht. Die Zahl der Nebelflecke scheint sich also zu der der Doppelsterne in dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ohngefähr wie 2 : 3 zu verhalten; aber man darf nicht vergessen, daß unter der Benennung von Doppelsternen die bloß optischen mit begriffen sind, und daß man bisher nur erst in dem neunten, vielleicht gar nur im achten Theile Positions-Veränderungen erkannt hat ‡).

Die oben gefundenen Zahlen: 2299 Nebelflecke neben 152 Sternhaufen in dem nördlichen, und nur 1239 Nebelflecke neben 236 Sternhaufen in dem südlichen Verzeichnisse, zeigen, bei der geringeren Anzahl von Nebelflecken in der südlichen Hemisphäre, dort ein Uebergewicht von Sternhaufen. Nimmt man an, daß alle Nebelflecke ihrer wahrscheinlichen Beschaffenheit nach auflösbar, nur fernere Sternhaufen, oder aus kleineren und weniger gedrängten, selbstleuchtenden Himmelskörpern zusammengesetzte Sterngruppen sind; so bezeichnet dieser scheinbare Contrast, auf dessen Wichtigkeit schon Sir John Herschel um so mehr aufmerksam gemacht hat §), als von ihm in beiden Hemisphären Reflectoren von gleicher Stärke angewandt worden sind, auf das wenigste eine auffallende Verschiedenheit in der Natur und Weltstellung der Nebel, d. h. in Hinsicht der Richtungen, nach denen hin sie sich den Erdbewohnern am nördlichen oder südlichen Firmamente darbieten.

Dem eben genannten großen Beobachter verdanken wir auch die erste genaue Kenntniß und kosmische Uebersicht von der Vertheilung der Nebel und Sterngruppen an der ganzen Himmelsdecke. Er hat, um ihre Lage, ihre relative locale Anhäufung, die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit ihre Folge nach gewissen Gruppierungen und Zügen zu ergründen, viertelhalb-tausend Gegenstände graphisch in Fächer eingetragen deren Selten in der Declination 3° , in der Rectascension $15'$ messen. Die größte Anhäufung von Nebelflecken des ganzen Firmaments findet sich in der nördlichen Hemisphäre. Es ist dieselbe verbreitet: durch die beiden Löwen; den Körper, den Schweif und die Hinterfüße des Großen Bären; die Nase der Giraffe; den Schwanz des Drachen; die beiden Jagdhunde; das Haupthaar der Berenice (wo der Nordpol der Milchstraße liegt); den rechten Fuß des Bootes; und vor allem das Haupt, die Flügel und die Schulter

Struve, Astr. stellaire p. 48). Das nördliche Verzeichniß enthält 152 Sternhaufen, folglich 2307 — 152 = 2155 Nebelflecke; aber unter den Nummern des südlichen Catalogs sind (Capreise p. 3 § 6 und 7) von 4015 — 2307 = 1708 Objecten, unter denen sich 236 Sternhaufen finden, 233 abzureiben (nämlich 89 + 135 + 9; s. Capreise p. 3 § 6 — 7 und p. 128) als zum nördlichen Verzeichniß gehörig, beobachtet von Sir William und Sir John Herschel in Slough und von Messier in Paris. Es bleiben also für die Cap-Beobachtungen übrig: 1708 — 233 = 1475 Nebel und Sternhaufen, über 1239 Nebelflecke allein. Zu den 2307 Objecten des nördlichen Catalogus von Slough sind dagegen zuzurechnen 135 + 9 = 144. Es wird daher dieses nördliche Verzeichniß anwachsen zu 2451 Objecten, in denen, nach Abzug von 152 Clusters, 2299 Nebelflecke enthalten sind: welche Zahlen sich indeß nicht auf eine strenge Abgrenzung nach der Polhöhe von

Slough beziehen. Wenn in der Topographie des Firmaments beider Hemisphären numerische Verhältnisse angegeben werden müssen; so glaubt der Verfasser auch in solchen Zahlen, die allerdings ihrer Natur wegen nach Verschiedenheit der Zeitepochen und den Fortschritten in der Beobachtung veränderlich sind, nicht unsorgfältig sein zu dürfen. Der „Entwurf zu einem Cosmos“ soll streben, den an eine bestimmte Epoche gebundenen Zustand des Wissens zu schildern.

*) „There are between 300 and 400 Nebulae of Sir William Herschel's Catalogue still unobserved by me, for the most part very faint objects“ heißt es in den Cap-Beobachtungen p. 134.

†) A. a. D. § 7. (Vergl. Dunlop's Cat. of Nebulae and Clusters of the Southern Hemisphere in den Philos. Transact. for 1828 p. 114–116.)

‡) Rossmos Buch III. S. 496.

§) Capreise § 105–107.

der Jungfrau. Diese Zone, welche man die Nebel-Region der Jungfrau genannt hat, enthält, wie wir schon oben erwähnt haben, in einem Raume*), welcher den achten Theil der Oberfläche der ganzen Himmelskugel ausfüllt, $\frac{1}{3}$ von der gesammten Nebelwelt. Sie überschreitet wenig den Aequator; nur von dem südlichen Flügel der Jungfrau dehnt sie sich aus bis zur Extremität der Großen Wasserschlange und zum Kopf des Centauren, ohne dessen Füße und das südliche Kreuz zu erreichen. Eine geringere Anhäufung von Nebeln an dem nördlichen Himmel ist die, welche sich weiter als die vorige in die südliche Hemisphäre erstreckt. Sir John Herschel nennt sie die Nebel-Region der Fische. Sie bildet eine Zone, von der Andromeda, die sie fast ganz erfüllt, gegen Brust und Flügel des Pegasus, gegen das Band, welches die Fische verbindet, den südlichen Pol der Milchstraße und Somalhaut hin. Einen auffallenden Contrast mit diesen Anhäufungen macht der öde, nebelarme Raum um Perseus, Widder, Stier, Kopf und oberen Leib des Orion; um Fuhrmann, Hercules, Adler und das ganze Sternbild der Feyer †). Wenn man aus der in dem Werke über die Cap Beobachtungen mitgetheilten Uebersicht aller Nebelflecke und Sternhaufen des nördlichen Catalogs (von Elough), nach einzelnen Stunden der Rectascension vertheilt, 6 Gruppen von je 4 Stunden zusammenzieht, so erhält man:

RA. 0 ^h — 4 ^h	311	RA. 12 ^h — 16 ^h	850
4 — 8	179	16 — 20	121
8 — 12	606	20 — 0	239

In der sorgfältigeren Scheidung nach nördlicher und südlicher Declination findet man, daß in den 6 Stunden Rectascension von 9^h — 15^h in der nördlichen Hemisphäre allein 1111 Nebelflecke und Sternhaufen zusammengehäuft sind ‡), nämlich:

von 9 ^h — 10 ^h	90	von 12 ^h — 13 ^h	309
10 — 11	150	13 — 14	181
11 — 12	251	14 — 15	130

Das eigentliche nördliche Maximum liegt also zwischen 12^h und 13^h, dem nördlichen Pole der Milchstraße sehr nahe. Weiterhin zwischen 15^h und 16^h gegen den Hercules zu ist die Verminderung so plötzlich, daß auf die Zahl 130 unmittelbar 40 folgt.

In der südlichen Hemisphäre ist nicht bloß eine geringere Anzahl von Nebelflecken, sondern auch eine weit gleichförmigere Vertheilung erkannt worden. Nebelkeere Räume wechseln dort häufig mit sporadischen Nebeln; eine eigentliche locale Anhäufung, und zwar eine noch gedrängtere als in der Nebel-Region der Jungfrau am nördlichen Himmel, findet man nur in der Großen Magellanischen Wolke, welche allein an 300 Nebelflecke enthält. Die Gegend zunächst den Polen ist in beiden Hemisphären nebelarm, und bis 15° Polar-Distanz ist sie um den südlichen Pol im Verhältniß von 7 zu 4 noch ärmer als um den nördlichen Pol. Der jetzige Nordpol hat einen kleinen Nebelfleck, welcher nur 5 Minuten von ihm entfernt liegt; ein ähnlicher, den Sir John Herschel mit Recht „Nebula Polarissima Australis“ nennt (No. 3176 seines Cap-Catalogs; RA. 9^h 27' 56", N. P. D. 179° 34' 14"), steht noch 25 Minuten vom Südpole ab. Diese Stern-Deutigkeit des Südpols, der Mangel eines dem unbewaffneten Auge sichtbaren Polarsterns, war schon der Gegenstand bitterer Klagen von Amerigo Vespucci und Vicente Pinzon, als sie am Ende des 15ten Jahrhunderts weit über den Aequator bis zum Vorgebirge San Augustin vordrangen, und als der Erstere sogar die irrige Meinung aussprach, daß die schöne Stelle des Dante: „Io mi volsi a man destra e posi mente“ wie die vier Sterne „non viste mai fuor ch'alla prima gente,“ sich auf antarctische Polarsterne bezögen ||).

*) „In this Region of Virgo, occupying about one-eighth of the whole surface of the sphere, one-third of the entire nebulous contents of the heavens are congregated.“ Outlines p. 596.

†) Ueber diese barren region s. Capreise § 101 p. 135.

‡) Ich gründe mich in diesen numerischen Angaben auf Summirung derjenigen Zahlen, welche die Projection der nördlichen Himmels (Capreise Pl. XI) darbietet.

||) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 319. — In der langen Reihe

Wir haben bisher die Nebel in Hinsicht auf ihre Zahl und ihre Vertheilung an der Himmelsdecke, an dem, was wir das Firmament nennen, betrachtet: eine scheinbare Vertheilung, welche man nicht mit der wirklichen in den Welträumen verwechseln muß. Von dieser Unterfuchung gehen wir nun zu der wunderbaren Verschiedenheit ihrer individuellen Gestalt über. Diese ist bald regelmäÙig (kugelförmig, elliptisch in verschiedenen Graden, ringförmig, planetarisch, oder gleich einer Photosphäre einen Stern umgebend); bald unregelmäÙig, und so schwer zu classificiren wie die geballten Wassernebel unseres Luftkreises, die Wolken. Als Normal-Gestalt*) der Nebelflecke am Firmament wird die elliptische (sphäroidische) genannt: die, bei derselben Stärke des Fernrohrs, wenn sie in die kugelförmige übergeht, sich am leichtesten in einen Sternhaufen verwandelt; wenn sie dagegen sehr abgeplattet, nach einer Dimension verlängert und scheibenförmig erscheint, um so schwerer†) auflöslich wird. Allmähliche Ueber-

von Seefahrten, welche die Portugiesen unter dem Einfluß des Infanten Don Henrique längs der Westküste von Afrika unternahmen, um bis zum Aequator vorzubringen, war der Venetianer Cadamosto (eigentlich genannt Njotie da Ca da Mosto), als er sich mit Antonio Nodimare an der Mündung des Senegal 1484 vereinigt hatte, zuerst mit der Lage und Auffuchung eines Süd-Polarsterns beschäftigt gewesen. „Da ich,“ sagt er, „noch den Nordpolarstern sehe (er befand sich ohngefähr in 13° nördlicher Breite), so sann ich nicht den südlichen selbst sehen; aber die Constellation, welche ich gegen Süden erblicke, ist der Carro del ostro (der Wagen des Südens).“ (Aloysii Cadam. Navig. cap. 43 p. 32; Ramusio, delle Navigazioni et Viaggi Vol. I. p. 107.) Sollte er sich aus einigen großen Sternen des Schiffes einen Wagen gebildet haben? Die Idee, daß beide Pole jeder einen Wagen hätten, scheint damals so verbreitet gewesen zu sein, daß in dem Itinerarium Portugallense 1608 fol. 23, b und in Grynaeus, Novus Orbis 1532 p. 58 eine ganz dem Kleinen Bär ähnliche Constellation als von Cadamosto gesehen abgebildet wurde: während Ramusio, Navigazioni Vol. I. p. 107) und die neue Collegio de Noticias para a hist. e geogr. das Nagoes Ultramarinas (T. II. Lisboa 1812 p. 57 cap. 39) statt dessen eben so willkürlich das südliche Kreuz abbilden (Sumboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. V. p. 236). Weil man im Mittelalter, wahrscheinlich um die zwei Längern, *xopovrai*, des Hygin (Poet. astron. III, 1), d. i. die Ludentes des Scholiaßen zum Germanicus oder Custodes des Vegetius, im Kleinen Wagen zu ersehen, die Sterne β und γ des Kleinen Bären wegen ihres Kreisens um den nahen Nordpol zu Wächtern dieses Pols (le duo Gardes, the Guards) bestellt hatte, und da diese Benennung, wie der Gebrauch der Wächter zu Bestimmung der Polhöhe (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 4-7 p. 183-195), bei den europäischen Piloten aller Nationen in den nördlichen Meeren weit verbreitet war; so führten Trugschlüsse der Analogie ebenfalls dahin, daß man am südlichen Horizont zu erkennen glaubte, was man lange vorher gesucht. Erst als Amerigo Vespucci auf seiner zweiten Reise (Mai 1499 bis Sept. 1500) und Vicente Balboa Vinzon (beide Reisen sind vielleicht eine und dieselbe) in der südlichen Hemisphäre bis zum Cap San Augustin gelangten, beschäftigten sie sich fleißig, aber vergebens, mit dem Aufsuchen eines sichtbaren Sterns in der unmittelbaren Nähe des Südpols. — (Bandini, Vita e Lettere di Amerigo Vespucci 1745 p. 70; Anghiera, Oceania 1510 Dec. I lib. 9 p. 98; Sumboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 319 und 325.) Der Südpol lag damals in der Constellation des Octanten, so daß β der Kleinen Wasser-Schlange, wenn man die Reduction nach dem Catalogus von Brisbane macht, noch volle 80° 5' südliche Declination hatte. „Indem ich mit den Wundern des süd-

lichen Himmels beschäftigt war und umsonst einen Süd-Polarstern suchte,“ sagt Vespucci in dem Briefe an Pietro Francesco de' Medici, „erinnerte ich mich der Worte (de un detto) unseres Dante, als er im 11ten Capitel des Purgatorio singt aus einer Hemisphäre in die andere überzugehen, den antarktischen Pol beschreiben will und singt: *Io mi volsi a man destra . . .* Mein Glaube ist, daß in diesen Versen der Dichter durch seine vier Sterne (non visto mai fuor ch'alla prima gente) den Pol des anderen Firmaments hat bezeichnen wollen. Ich bin um so gewisser, daß dem so sei, als ich in der That vier Sterne sah, die zusammen eine mandorla bildeten und eine geringe (?) Bewegung haben.“ Vespucci meint das südliche Kreuz, la croce maravigliosa des Andrea Corsali (Brief aus Cochín vom 6. Januar 1515 in Ramusio Vol. I. p. 177), dessen Namen er noch nicht kannte, daß später allen Piloten, (wie am Nordpol β und γ des Kleinen Bären) zur Auffuchung des Südpols Mém. de l'Acad. des Sc. 1666-1699 T. VII. Part. 2. Paris 1729 p. 58) und zu Breiten-Bestimmungen (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 11 p. 204) diene. Vergl. meine Unterfuchung der berühmten Stelle des Dante in dem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. IV p. 319-334. Eben da habe ich auch daran erinnert, daß a des südlichen Kreuzes, mit welchem in neuerer Zeit Dunlop (1826) und Kümmler (1836) sich als Paramatta beschäftigt haben, zu den Sternen gehört, deren Vielfachheit am frühesten 1681 und 1687 von den Jesuiten Fontaney, Noël und Richaud erkannt worden ist. (Hist. de l'Acad. dep. 1686-1699 T. II. Par. 1733 p. 19; Mém. de l'Acad. dep. 1666-1699 T. VII, 2. Par. 1729 p. 206; Lettres édifiantes, Recueil VII. 1703 p. 79.) Ein so frühes Erkennen von binären Systemen, lange vor dem von ζ Ursae maj. (Kosmos Buch III. S. 493), ist um so merkwürdiger, als 70 Jahre darauf Lacaille a Crucois nicht als Doppelstern beschreibt: vielleicht weil (wie Kümmler vermuthet) damals der Hauptstern und der Begleiter in allzu kleiner Entfernung von einander standen. (Vergl. Sir John Herschel, Capreise § 183-185.) Fast zugleich mit der Doppelheit von a Crucois wurde von Richaud auch die von a Centauri entdeckt und zwar 19 Jahre vor Feuillee's Hesse, welchem Henderson diese Entdeckung irrig zuschrieb. Richaud bemerkt: daß zur Zeit des Cometen von 1689 die beiden Sterne, welche den Doppelstern a Crucois bilden, beträchtlich von einander abstanden; daß aber in einem 12füÙigen Refractor die beiden Theile von a Centauri zwar deutlich zu erkennen waren, sich aber fast zu berühren schienen.“

*) Capreise § 44 und 104.

†) Kosmos Buch III. S. 458 und Anm. Doch ist es, wie wir schon oben bei den Sternhaufen bemerkt haben (a. a. D. S. 459), Herrn Bond in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, durch die außerordentliche, raumbuchdringende Kraft seines Refractors

gänge der Gestalten vom Runden zum länglich Elliptischen und Pfeilmförmigen (Philos. Transact. 1833 p. 494 Pl. IX fig. 19—24) sind mehrfach am Himmel aufzufinden. Die Verdichtung des milchigen Nebels ist stets gegen ein Centrum, bisweilen selbst nach mehreren Centralpunkten (Kernen) zugleich gerichtet. Nur in der Abtheilung der runden oder ovalen Nebel kennt man Doppelnebel, bei denen, da keine relative Bewegung unter den Individuen bemerkbar wird (weil sie sehr oder außerordentlich langsam ist), das Kriterium mangelt, durch welches eine gegenseitige Beziehung zu einander erwiesen werden kann, wie bei Sanderung der physischen von den bloß optischen Doppelsternen. (Abbildungen von Doppelnebeln findet man in den Philos. Transact. for the year 1833 fig. 68—71. Vergl. auch Herschel, Outlines of Astr. § 878, Observ. at the Cape of Good Hope § 120.)

Ringförmige Nebel gehören zu den seltensten Erscheinungen. Man kennt deren in der nördlichen Hemisphäre jetzt nach Lord Rosse sieben. Der berühmteste der Nebelringe liegt zwischen β und γ Lyrae (No. 57 Messier, No. 3023 des Catalogs von Sir John Herschel), und ist 1779 von Darquier in Toulouse entdeckt, als der von Bode aufgesundene Comet in seine Nähe kam. Er ist fast von der scheinbaren Größe der Jupiterscheibe, und elliptisch im Verhältniß seiner Durchmesser wie 4 zu 5. Das Innere des Ringes ist keineswegs schwarz, sondern etwas erleuchtet. Schon Sir William Herschel hatte einige Sterne im Ringe erkannt, Lord Rosse und Bond haben ihn ganz aufgelöst *). Vollkommen schwarz in der Hölzung des Ringes sind dagegen die schönen Nebelringe der südlichen Hemisphäre No. 3680 und 3686. Der letztere ist dazu nicht elliptisch, sondern vollkommen rund †); alle sind wahrscheinlich ringförmige Sternhaufen. Mit der zunehmenden Mächtigkeit optischer Mittel erschienen übrigens im allgemeinen sowohl elliptische als ringförmige Nebelflecke in ihren Umrissen weniger abgeschlossen. In dem Riesenfernrohr des Lord Rosse zeigt sich sogar der Ring der Leier wie eine einfache Ellipse mit sonderbar divergirenden, fadenförmigen Nebel-Anhängen. Besonders auffallend ist die Umformung eines für schwächere Fernrohre einfach elliptischen Nebelflecks in Lord Rosse's Krebs-Nebel (Crab-Nebula).

Weniger selten als Ringnebel, aber doch nach Sir John Herschel nur 25 an Zahl, von denen fast $\frac{1}{4}$ in der südlichen Hemisphäre liegen, sind die sogenannten planetarischen Nebelflecke, welche zuerst Herschel der Vater entdeckt hat und welche zu den wunderbarsten Erscheinungen des Himmels gehören. Sie haben die auffallendste Ähnlichkeit mit Planetenscheiben. Der größere Theil ist rund oder etwas oval; bald scharf begrenzt, bald verwachsen und dunstig an den Rändern. Die Scheiben vieler haben ein sehr gleichförmiges Licht, andere sind wie gesprenkelt oder schwach gefleckt (mottled or of a peculiar texture, as if curdled). Man sieht nie Spuren einer Verdichtung gegen das Centrum. Fünf planetarische Nebelflecke hat Lord Rosse als Ringnebel erkannt, mit 1 oder 2 Centralsternen. Der größte planetarische Nebelfleck liegt im Großen Bären (unfern β Ursae maj.), und wurde von Méchain 1781 entdeckt. Der Durchmesser der Scheibe ‡) ist $2' 40''$. Der planetarische Nebel im südlichen Kreuz (No. 3365, Capreise p. 100) hat bei einer Scheibe von kaum $12''$ Durchmesser doch die Helligkeit eines Sterns 6. 7ter Größe. Sein Licht ist

gefläch, den sehr länglich gestreckten, elliptischen Nebel der Andromeda, welcher nach Bouillaud schon vor Simon Marius 985 und 1428 beschrieben wurde und einen röhrlchen Schimmer hat, gänzlich auflösen. In der Nachbarschaft dieses berühmten Nebelflecks befindet sich der noch unaufgelöste, aber in Gestalt sehr ähnliche, welchen meine, in hohem Alter dahingeschiedene, allgemein verehrte Freundin, Miß Carolina Herschel, am 27. August 1783 entdeckte (Philos. Transact. 1833 No. 61 des Verzeichnisses der Nebelflecke, fig. 52).

*) Annular Nebula: Capreise p. 53, Outlines of Astr. p. 602; Nébuleuse perforée: Arago im Annuaire pour 1842 p. 423; Bond in Schum. Astr. Nachr. No. 611.

†) Capreise p. 114 Pl. VI fig. 3 und 4; vergl. auch No. 2072 in den Philos. Transact. for 1833 p. 466. Lord Rosse's Abbildungen des Ringnebels in der Leier und der sonderbaren Crab-Nebula s. in Nichol's Thoughts on the System of the World p. 21 Pl. IV und p. 22 Pl. I fig. 5.

‡) Betrachtet man den planetarischen Nebelfleck im Großen Bär als eine Sphäre von $2' 40''$ scheinbaren Durchmesser, „und nimmt die Entfernung derselben gleich der bekannten von 61 Cygni: so erhält man einen wirklichen Durchmesser der Sphäre, der 7mal größer wäre als die Bahn, welche Neptun beschreibt.“ Outlines § 876.

indigoblau; und eine solche bei Nebelflecken merkwürdige Färbung findet sich auch bei drei anderen Gegenständen derselben Form, in denen jedoch das Blau eine geringere Intensität hat*). Die blaue Färbung einiger planetarischen Nebel spricht gar nicht gegen die Möglichkeit, daß sie aus kleinen Sternen zusammengesetzt sind; denn wir kennen blaue Sterne nicht bloß in beiden Theilen eines Doppelsternpaares, sondern auch ganz blaue Sternhaufen, oder solche, die mit rothen und gelben Sternchen vermischt sind †).

Die Frage: ob die planetarischen Nebelflecke sehr ferne Nebelsterne sind, in denen der Unterschied zwischen einem erleuchtenden Centralsterne und der ihn umgebenden Dunsthülle für unser telescopisches Sehen verschwindet; habe ich schon in dem Anfange des Naturgemäldes verührt ‡). Möchte durch Lord Rosse's Riesentelescop doch endlich die Natur so wunderbarer planetarischer Dunstscheiben erforscht werden! Wenn es schon so schwierig ist, sich von den verwickelten dynamischen Bedingungen einen klaren Begriff zu machen, unter denen in einem kugelrunden oder subäroidisch abgeplatteten Sternhaufen die rotirenden, zusammengedrängten und gegen das Centrum hin specifisch dichteren Sonnen (Firnsterne) ein System des Gleichgewichts bilden ||); so nimmt diese Schwierigkeit noch mehr in denjenigen kreisrunden, wohlumgrenzten, planetarischen Nebelscheiben zu, welche eine ganz gleichförmige im Centrum gar nicht verstärkte Helligkeit zeigen. Ein solcher Zustand ist mit der Kugelform (mit dem Aggregat-Zustande vieler tausend Sternchen) weniger als mit der Idee einer gasförmigen Photosphäre zu vereinigen, die man in unserer Sonne mit einer dünnen, undurchsichtigen oder doch sehr schwach erleuchteten Dunstscheide bedeckt glaubt. Scheint das Licht in der planetarischen Nebelscheibe nur darum so gleichförmig verbreitet, weil wegen großer Ferne der Unterschied zwischen Centrum und Rand verschwindet?

Die vierte und letzte Formgattung der regelmässigen Nebel sind William Herschel's Nebelsterne (Nebulous Stars): d. i. wirkliche Sterne, mit einem milchigen Nebel umgeben, welcher sehr wahrscheinlich in Beziehung zu dem Centralsterne steht und von diesem abhängt. Ob der Nebel, welcher nach Lord Rosse und Mr. Stoney bei einigen ganz ringförmig erscheint (Phil. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII fig. 15 und 16), selbstleuchtend ist und eine Photosphäre wie bei unserer Sonne bildet, ob er (was wohl weniger wahrscheinlich) von der Centralsonne bloß erleuchtet wird: darüber herrschen sehr verschiedenartige Meinungen. Derham und gewissermaßen auch Lacaille, welcher am Bergebirge der guten Hoffnung viele Nebelsterne aufgefunden, glaubten, daß die Sterne weit vor den Nebeln ständen und sich auf diese projectirten. Mairan scheint zuerst (1731) die Ansicht ausgesprochen zu haben, daß die Nebelsterne von einer Licht-Atmosphäre umgeben seien, die ihnen angehöre ¶). Man findet selbst größere Sterne (z. B. 7ter Größe, wie in No. 675 des Cat. von 1833), deren Photosphäre einen Durchmesser von 2 bis 3 Minuten hat**).

Eine Classe von Nebelflecken, welche von der bisher beschriebenen sogenannten regelmässigen und immer wenigstens schwach begrenzten gänzlich abweicht, sind die großen

*) Outlines p. 603, Capreife § 47. Ein orangenrother Stern 8^m ist in der Nähe von No. 3365; aber der planetarische Nebel bleibt auch dann tief indigoblau, wenn der rothe Stern nicht im selben Telescop ist. Die Färbung ist also nicht Folge des Contrastes.

†) No 8 mo 8 Buch III. S. 455, 498 u. Ann. Der Begleiter und der Hauptstern sind blau oder bläulich in mehr als 63 Doppelsternen. Indigblaue Sternchen sind eingemengt in den prachtvollen, vielfarbigen Sternhaufen No. 3435 des Catalog. (Dunlop's Cat. No. 301). Ein ganzer einförmig blauer Sternhaufen steht am südlichen Himmel (No. 673 von Dunlop, No. 3770 von John Herschel). Es hat derselbe 3 1/2 Minuten im Durchmesser, mit Ausläufern von 8 Minuten Länge; die Sternchen sind 14ter und 16ter Größe. (Capreife p. 119.)

‡) No 8 mo 8 Buch I. S. 39 u. Ann. Vergl. Outlines § 877.

§) Ueber die Vermischung der dynamischen Verhältnisse bei den partiellen Attraktionen im Inneren eines kugelrunden Sternhaufens, welcher für schwache Teleskope als ein runder, gegen das Centrum dichterer Nebelfleck erscheint, s. Sir John Herschel in: Outl. of Astr. § 866 und 872, Capreife § 44 und 111 bis 113, Philos. Transact. for 1833 p. 501. Address of the President in dem Report of the 15th meeting of the British Association 1845 p. XXXVII.

¶) Mairan, Traité de l'Aurore boréale p. 263 Arago im Annuaire pour 1812 p. 403–413).

**) Andere Beispiele von Nebelsternen sind nur 8^m bis 9^m: wie No. 311 und 450 des Cat. von 1833 fig. 31, mit Photosphären von 1' 30" (Outlines § 879).

Nebelmassen von unregelmäßiger Gestalt. Sie zeichnen sich durch die verschiedenartigsten unsymmetrischen Formen mit unbestimmten Umrissen und verwaschenen Rändern aus. Es sind räthselhafte Naturerscheinungen sui generis, die hauptsächlich zu den Meinungen von der Existenz kosmischen Gewölkes und selbstleuchtender Nebel, welche in den Himmelsräumen zerstreut und dem Substratum des Hierauf ähnlich seien, Anlaß gegeben haben. Einen auffallenden Contrast bieten solche irreguläre Nebel dar, die mehrere Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedecken, mit der kleinsten aller regulären, isolirten und ovalen Nebelscheiben, welche die Lichtstärke eines telescopischen Sterns 14ter Größe hat, und zwischen dem Altar und dem Paradiesvogel in der südlichen Hemisphäre liegt*). Nicht zwei von den unsymmetrischen, diffusen Nebelmassen gleichen einander†); aber, setzt nach vieljähriger Beobachtung Sir John Herschel hinzu, „was man in allen erkennt und was ihnen einen ganz eigenthümlichen Charakter giebt, ist, daß alle in oder sehr nahe den Rändern der Milchstraße liegen, ja als Ausläufer von ihr betrachtet werden können.“ Dagegen sind die regelmäßig gestalteten, meist wohlungrenzten, kleinen Nebelflecke theils über den ganzen Himmel zerstreut, theils zusammengedrängt fern von der Milchstraße in eigenen Regionen: in der nördlichen Hemisphäre in den Regionen der Jungfrau und der Fische. Sehr entfernt von dem sichtbaren Rande der Milchstraße (volle 15°) liegt allerdings die große irreguläre Nebelmasse im Schwerdt des Orion; doch aber gehört auch sie vielleicht der Verlängerung des Zweiges der Milchstraße an, welcher von α und ϵ des Perseus sich gegen Aldebaran und die Spaden zu verlieren scheint und dessen wir schon oben (Kosmos Buch III. S. 461) erwähnt haben. Die schönsten Sterne, welche der Constellation des Orion ihre alte Berühmtheit gegeben, werden ohnedies zu der Zone sehr großer und wahrscheinlich unnaher Gestirne gerechnet, deren verlängerte Richtung ein durch ϵ Orionis und α Crucis gelegter größter Kreis in der südlichen Milchstraße bezeichnet‡).

Eine früher weit verbreitete§) Meinung von einer Milchstraße der Nebelflecke, welche die Milchstraße der Sterne ohngefähr rechtwinklig schneide, ist durch neuere und genauere Beobachtungen über Verbreitung der symmetrischen Nebelflecke am Himmelsgewölbe keinesweges¶) bestätigt worden. Es giebt allerdings, wie eben erinnert worden ist, sehr große Anhäufungen an dem nördlichen Pole der Milchstraße, auch eine ansehnliche Hülle bei den Fischen am südlichen Pole; aber eine Zone, welche diese Pole mit einander verbindet und durch Nebelflecke bezeichnet würde, kann der vielen Unterbrechungen wegen nicht als ein größter Birkel aufgefunden werden. William Herschel hatte 1784, am Schlusse der ersten Abhandlung über den Bau des Himmels, diese Ansicht auch nur mit der, den Zweifel nicht ausschließenden Vorsicht entwickelt, welche eines solchen Forschers würdig war.

Von den unregelmäßigen oder vielmehr unsymmetrischen Nebeln sind einige (im Schwerdt des Orion, bei η Argus, im Schützen und im Schwan) merkwürdig durch ihre

*) Capreife p. 117 No. 3727, Pl. VI, fig. 16.

†) Merkwürdige Formen der unregelmäßigen Nebel sind: die omega-artige (Capreife Pl. II, fig. 1 No. 2008; auch untersucht und beschrieben von Lamont und einem hoffnungsvollen, der Wissenschaft zu früh entrisenen, nordamerikanischen Astronomen, Mr. Mason, in den Mem. of the Amer. Philos. Soc. Vol. VII. p. 177); ein Nebel mit 6 bis 8 Kernen (Capreife p. 19 Pl. III fig. 4); die cometenartigen, büschelförmigen, in denen die Nebelstrahlen bisweilen wie von einem Stern 9^m ausgehen (Pl. VI, fig. 18 No. 2534 und 3688); ein Silhouetten-Profil, büstenartig (Pl. IV fig. 4 No. 3075); eine Spaltöffnung, die einen fadenförmigen Nebel einschließt (No. 3501 Pl. IV, fig. 2). Outlines § 883, Capreife § 121.

Humboldt's Kosmos.

‡) Kosmos Buch III. S. 461; Outlines § 785.

§) Kosmos Buch I. S. 75 und Anmerk.); Sir John Herschel, erste Ausgabe des Handbuchs der Astronomie (a Treatise on Astronomy 1833, in Darbner's Cabinet Cyclopaedia) § 616; Littrow, theoretische Astronomie 1834 Th. II. § 234.

¶) S. Edinb. Review Jan. 1848 p. 187 und Capreife § 96 und 107. „a zone of nebulae," sagt Sir John Herschel, „encircling the heavens, has so many interruptions and is so faintly marked out through by far the greater part of the circumference, that its existence as such can be hardly more than suspected."

außerordentliche Größe, andere (No. 27 und 51 des Verzeichnisses von Messier) durch ihre besondere Gestalt.

Was den großen Nebelfleck im Schwerdt des Orion betrifft, so ist schon früher bemerkt worden, daß Galilei, der sich so viel mit den Sternen zwischen dem Gürtel und dem Schwerdt des Orion beschäftigt*), ja eine Karte dieser Gegend entworfen hat, nie dieselben erwähnt. Was er *Nebulosa Orionis* nennt und neben *Nebulosa Praesepe* abbildet, erklärt er ausdrücklich für eine Anhäufung kleiner Sterne (*stellarum constipatarum*) im Kopfe des Orion. In der Zeichnung, die in dem *Sidereus Nuncius* § 20 von dem Gürtel bis zum Anfang des rechten Schenkels (*a Orionis*) reicht, erkenne ich über dem Stern den vielfachen Stern γ . Die Vergrößerungen, welche Galilei anwandte, erhoben sich von der achtmaligen nur zur dreißigmaligen. Da der Nebel im Schwerdt nicht isolirt steht, sondern in unvollkommenen Fernröhren oder bei trüber Luft eine Art Hof um den Stern γ bildet, so möchte dem großen Florentiner Beobachter deshalb seine individuelle Existenz und seine Gestalt entgangen sein. Es war derselbe ohnedies wenig zur Annahme von Nebeln geneigt†). Erst 14 Jahre nach Galilei's Tode, im Jahr 1656, entdeckte Huygens den großen Orions-Nebel; er gab eine rohe Abbildung desselben in dem *Systema saturnium*, das 1659 erschien. „Als ich,“ sagt der große Mann, „durch einen Refractor von 23 Fuß Focallänge die veränderlichen Streifen des Jupiter, einen dunklen Centralgürtel im Mars und einige schwache Phasen des Planeten beobachtete; ist mir in den Firsternen eine Erscheinung vorgekommen, welche meines Wissens bisher noch von Niemand beobachtet worden ist und nur durch solche große Fernröhre genau erkannt werden kann, als ich anwende. Im Schwerdt des Orions werden von den Astronomen drei Sterne aufgezählt, die sehr nahe an einander liegen. Als ich nun zufällig im Jahre 1656 den mittleren dieser Sterne durch mein Fernrohr betrachtete, zeigten sich mir statt eines einzelnen Sternes zwölf, was (bei Fernröhren) allerdings nichts seltenes ist. Von diesen waren (wieder) drei fast einander berührend, und andere vier leuchteten wie durch einen Nebel: so daß der Raum um sie her, gestaltet, wie er in der beigegeführten Figur gezeichnet ist, viel heller erschien als der übrige Himmel. Dieser war gerade sehr heiter und zeigte sich ganz schwarz; es war daher die Erscheinung, als gebe es hier eine Deffnung (*hiatus*), eine Unterbrechung. Alles dies sah ich bis auf den heutigen Tag, mehrmals und in derselben Gestalt unverändert: also, daß dies Wunderwesen, was es auch sein möge, dort seinen Sitz wahrscheinlich für immer hat. Etwas ähnliches habe ich bei den übrigen Firsternen nie gesehen.“ (Der 54 Jahre früher von Simon Marius beschriebene Nebelfleck der Andromeda war ihm also unbekannt oder hatte ihm wenig Interesse erregt!) „Was man sonst für Nebel hielt,“ setzt Huygens hinzu, „selbst die Milchstraße, durch Fernröhre betrachtet, zeigen nichts nebelartiges, und sind nichts anderes als eine in Haufen zusammengebrängte Vielzahl von Sternen‡).“ Die Lebhaftigkeit dieser ersten Beschreibung zeugt von der Frische und Größe

*) Es ist wohl kein Zweifel,“ schreibt Dr. Galle, daß in der Zeichnung (*Opere di Galilei, Padova 1744, T. II. p. 14 No. 20*), welche Sie mir mittheilen, auch der Gürtel des Orion und das Schwerdt mit enthalten sind, folglich auch der Stern γ ; aber bei der augenfälligen Ungenauigkeit der Abbildung sind die drei kleinen Sterne am Schwerdt, deren mittelster γ ist und die (für das unbewaffnete Auge) wie in gerader Linie stehen, schwer herauszufinden. Ich vermute, daß Sie den Stern γ richtig bezeichnet haben, und daß der helle Stern rechts daneben ober der Stern unmittelbar darüber δ ist.“ Galilei sagt ausdrücklich: „in primo in-telegram Orionis constellationem pingere decreveram; verum, ab ingenti stellarum copia, temporis vero inopia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli.“ Die Beschäftigung Galilei's mit der Constellation des Orion ist um so merkwürdiger, als 400 Sterne, die er zwischen dem Gürtel und dem

Schwerdt auf 10 Quadratgraden zu zählen glaubte (Kelli, *Vita di Galilei Vol. I. p. 208*), spät noch Lambert (*cosmolog. Briefe 1760 S. 155*) zu der unrichtigen Schätzung von 1650000 Sternen am ganzen Firmament (*Struve, Astr. stellaire p. 14 und note 16*) verleiteten.

†) *Rosmos Buch II. S. 369.*

‡) „Ex his autem tres illae pene inter se contiguae stellae, cumque his aliae quatuor, velut trans nebulam lucebant: ita ut spatium circa ipsas, quae forma hic conspiciunt, multo illustrius appareret reliquo omni caelo; quod cum apprimo serenum esset ac cerneretur nigerrimum, velut hiatus quodam interruptum videbatur, per quem in plagam magis lucidam esset prospectus. Idem vero in hanc usque diem nihil immutata facie saepius atque eodem loco conspexi; adeo ut perpetuum illic sedem habere credibile sit hoc quidquid est portentum: cui certe si-

des Eindrucks; aber welch ein Abstand von dieser ersten Abbildung aus der Mitte des 17ten Jahrhunderts und den, etwas weniger unvollkommenen von Picard, Le Gentil und Messier bis zu den herrlichen Zeichnungen von Sir John Herschel (1837) und William Cranch Bond (1848), dem Director der Sternwarte zu Cambridge in den V. St. von Nordamerika *)!

Der erste unter den zwei zuletzt genannten Astronomen hat den großen Vorzug †) gehabt, den Orions-Nebel seit 1834 am Vorgebirge der guten Hoffnung in einer Höhe von 60° und mit einem 20füßigen Reflector zu beobachten und seine frühere ‡) Abbildung von 1824—1826 noch zu vervollkommen. In der Nähe von δ Orionis wurde die Position von 150 Sternen, meist 15ter bis 18ter Größe, bestimmt. Das berühmte Trapez, das nicht von Nebel umgeben ist, wird von vier Sternen 4^m, 6^m, 7^m und 8^m gebildet. Der 4te Stern ward (1666?) von Dominicus Cassini in Bologna ||) entdeckt; der 5te (γ) im Jahr 1826 von Struve; der 6te, welcher 13ter Größe ist (α), im Jahr 1832 von Sir John Herschel. Der Director der Sternwarte des Collegio Romano, de Vico, hat angekündigt, im Anfange des Jahres 1839 durch seinen großen Refractor von Cauchoir innerhalb des Trapezes selbst noch drei andere Sterne aufgefunden zu haben. Sie sind von Herschel dem Sohne und von William Bond nicht gesehen worden. Der Theil des Nebels, welcher dem fast unnebligen Trapez am nächsten liegt und gleichsam den vorderen Theil des Kopfes, über dem Rachen, die Regio Huygeniana, bildet; ist fleckig, von körniger Textur, und durch das Riesentelescop des Earl of Rosse wie in dem großen Refractor von Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika in Sternhausen aufgelöst ¶). Unter den genauen neuen Beobachtern haben auch Lamont in München, Cooper und Rassel in England viele Positionen kleiner Sterne bestimmt; der erstere hat eine 1200malige Vergrößerung angewandt. Von Veränderungen in dem relativen Glanze und den Umrissen des großen Orions-Nebels glaubte Sir William Herschel sich durch Vergleichung seiner eigenen, mit denselben Instrumenten angestellten Beobachtungen von 1783—1811 überzeugt zu haben **). Bouillaud und Le Gentil hatten eben dies vom Nebel der Andromeda behauptet. Die gründlichen Untersuchungen von Herschel dem Sohne machen diese, für erwiesen gehaltenen, kosmischen Veränderungen auf das wenigste überaus zweifelhaft.

Großer Nebelfleck um γ Argus. — Es liegt derselbe in der, durch ihren pracht-

mile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam caeteras nebulosae olim existimatae, atque ipsa via lactae, perspicillo inspectae; nullas nebulas habere comperiuntur, neque aliud esse quam plarium stellarum congeries et frequentia." Christiani Hugenii Opera varia Lugd. Bat. 1724 p. 540—541. Die Vergrößerung, welche Huggens in seinem 23füßigen Refractor anwandte, schätzte er selbst nur hundertfach (p. 538). Sind die quatuor stellae trans nebulae lucentes die Sterne des Trapez? Die kleine, sehr rothe Zeichnung (Tab. XLVII fig. 4, phenomenon in Orione novum) stellt nur eine Gruppe von 3 Sternen dar: allerdings neben einem Einschnitt, welchen man für den Sinus magnus halten möchte. Vielleicht sind nur die 3 Sterne im Trapez, welche 4ter bis 7ter Größe sind, bezeichnet. Auch rühmt Dominicus Cassini, daß der vierte Stern erst von ihm gesehen worden sei.

*) William Cranch Bond in den Transact. of the American Acad. of Arts and Sciences, new Series, Vol. III. p. 87—96.

†) Capreife § 64—69 Pl. VIII; Outlines § 837 und 885 Pl. IV, fig. 1.

‡) Sir John Herschel in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. II. 1824 p. 487—495: Pl. VII und VIII. Die letztere Abbildung giebt die Nomenclatur der einzelnen Regionen des von so vielen Astronomen durchforchten Orions-Nebels.

§) De la mare, Hist. de l'Astr. moderne T. II,

p. 700. Cassini rechnete die Erscheinung dieses vierten Sternes („aggiunta della quarta stella alle tre contigue“) zu den Veränderungen, welche der Orions-Nebel in seiner Zeit erlitten habe.

¶) „It is remarkable that within the area of the trapezium no nebula exists. The brighter portion of the nebula immediately adjacent to the trapezium, forming the square front of the head, is shown with the 18-inch reflector broken up into masses, whose mottled and curdling light evidently indicates by a sort of granular texture its consisting of stars; and when examined under the great light of Lord Rosse's reflector, or the exquisite defining power of the great achromatic at Cambridge, U. S., it is evidently perceived to consist of clustering stars. There can therefore be little doubt as to the whole consisting of stars, too minute to be discerned individually even with the powerful aids, but which become visible as points of light when closely adjacent in the more crowded parts." (Outlines p. 609.) William C. Bond, der einen 23füßigen, mit einem 14zölligen Objectiv versehenen Refractor anwandte, sagt: „there is a great diminution of light in the interior of the Trapezium, but no suspicion of a star." (Mem. of the Amer. Acad., new Series Vol. III, p. 93).

**) Philos. Transact. for the year 1811 Vol. CI, p. 324.

vollen Lichtglanz so ausgezeichneten Region der Milchstraße, welche sich von den Füßen des Centaur durch das südliche Kreuz nach dem mittleren Theile des Schiffes hinzieht. Das Licht, welches diese Region ausgleicht, ist so außerordentlich, daß ein genauer, in der Tropenwelt von Indien heimischer Beobachter, der Capitän Jacob, ganz mit meiner vierjährigen Erfahrung übereinstimmend, bemerkt: man werde, ohne die Augen auf den Himmel zu richten, durch eine plötzliche Zunahme der Erleuchtung an den Aufgang des Kreuzes und der dasselbe begleitenden Zone erinnert *). Der Nebelfleck, in dessen Mitte der durch seine Intensitäts-Veränderungen so berühmt gewordene †) Stern γ Argüs liegt, bedeckt über $\frac{1}{4}$ eines Quadratgrades der Himmelsdecke. Der Nebel selbst, in viele unförmliche Massen vertheilt, die von ungleicher Lichtstärke sind, zeigt nirgends das gesprenkelte, körnige Ansehen, welches die Auflösung ahnden läßt. Er umschließt ein sonderbar geformtes, Leeres, mit einem sehr schwachen Lichtschein bedecktes, ausgeschweiftes Lemniscat=Oval. Eine schöne Abbildung der ganzen Erscheinung, die Frucht von zweimonatlichen Messungen, findet sich in den Cap-Beobachtungen von Sir John Herschel ‡). Dieser hat in dem Nebelfleck von γ Argüs nicht weniger als 1216 Positionen von Sternen, meist $14''$ bis $16''$, bestimmt. Die Reihenfolge derselben erstreckt sich noch weit außerhalb des Nebels in die Milchstraße hinein, wo sie sich auf den schwärzesten Himmelsgrund projectiren und von ihm abheben. Sie stehen daher wohl in keiner Beziehung zu dem Nebel selbst und liegen wahrscheinlich weit vor ihm. Die ganze benachbarte Gegend der Milchstraße ist übrigens so reich an Sternen (nicht Sternhaufen), daß zwischen RA. $9^h 50'$ und $11^h 34'$ durch den telescopischen Nüch=Proceß (star-gauges) für einen jeden mittleren Quadratgrad 3138 Sterne gefunden worden sind. Diese Sternmenge steigt sogar bis 5093 in den Nüchungen (sweeps) für RA. $11^h 24'$; das sind für einen Quadratgrad Himmelsgewölbe mehr Sterne, als dem unbewaffneten Auge am Horizont von Paris oder Alexandrien Sterne 1ster bis 6ter Größe sichtbar werden ||).

Der Nebelfleck im Schützen. — Er ist von beträchtlicher Größe, wie aus vier einzelnen Massen zusammengesetzt (RA. $17^h 53'$, N. P. D. $114^\circ 21'$), deren eine wiederum dreitheilig ist. Alle sind durch nebelfreie Stellen unterbrochen, und das Ganze war schon von Messier unvollkommen gesehen ¶).

Die Nebelflecke im Schwan: — mehrere irreguläre Massen, von denen eine einen sehr schmalen, getheilten Strang bildet, welcher durch den Doppelstern γ Cygni geht. Den Zusammenhang der so ungleichen Nebelmassen durch ein sonderbares zellenartiges Gewebe hat zuerst Mason erkannt **).

Der Nebelfleck im Fische: — von Messier unvollkommen gesehen, No. 27 seines Verzeichnisses; aufgefunden bei Gelegenheit der Beobachtung des Bode'schen Cometen von 1779. Die genaue Bestimmung der Position (RA. $19^h 52'$, N. P. D. $67^\circ 43'$) und die erste Abbildung sind von Sir John Herschel. Es erhielt der Nebelfleck, der eine nicht unregelmäßige Gestalt hat, zuerst den Namen Dumb-bell, bei Anwendung eines Reflectors mit 18zölliger Oeffnung (Philos. Transact. for 1833 No. 2060 fig. 26; Outlines § 881). Die Aehnlichkeit mit den Dumb-bells (eiserne, bleigefüllten, lederüberzogenen Kolben, zu beiden Seiten kegelförmig endigend, deren man sich in England zur Stärkung der Muskeln gymnastisch bedient) ist in einem Reflector von Lord Rosse ††) mit dreifüßiger Oeffnung ver-

*) Such is the general blaze from that part of the sky," sagt der Capitän Jacob (Bombay Engineers) zu Punnah, „that a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon." Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. 1849 Part 4. p. 445.

†) Rossmos Buch III. S. 480 und 481.

‡) Capreise § 70–90 Pl. IX, Outlines § 887 Pl. IV fig. 2.

||) Rossmos Buch II. S. 246.

¶) Capreise § 24 Pl. I fig. 1 No. 3721 des Cat.; Outl. § 888.

**) Nebel im Schwan, theilweise RA. $20^h 49'$, N. P. D. $58^\circ 27'$ Outlines § 891). Vergl. Cat. von 1833 No. 2092, Pl. XI. fig. 34.

††) Vergl. die Abbildungen Pl. II. fig. 2 mit Pl. V in den Thoughts on some important points relating

schwunden (s. dessen wichtige neueste Abbildung, Philos. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII. fig. 17). Die Auflösung in zahlreiche Sterne gelang ebenfalls, aber die Sterne blieben mit Nebel gemischt.

Der Spiral-Nebelfleck im nördl. Jagdhunde. — Er wurde von Messier aufgefunden am 13. October 1773 (bei Gelegenheit des von ihm entdeckten Cometen) am linken Obre des Asterion, sehr nahe bei γ (Venetnasch) am Schwanz des Großen Vären (No. 51 Messier, und 1622 des großen Verzeichnisses in den Philos. Transact. 1833 p. 496 fig. 25); eine der merkwürdigsten Erscheinungen am Firmamente, sowohl wegen der wunderbaren Gestaltung des Nebels, als wegen der unerwarteten, formumwandelnden Wirkung, welche der Gfäßige Sriegel des Lord Rosse auf ihn ausgeübt hat. In dem 18zölligen Spiegeltelescop von Sir John Herschel zeigte sich der Nebelfleck kugelförmig, von einem weit abstehenden Ringe umgeben, so daß er gleichsam ein Bild unserer Sternsicht und ihres Milchstraßen-Ringes darstellte*). Das große Telescop von Parsonstown verwandelte aber im Frühjahr 1845 das Ganze in ein schneckenartig gewundenes Tau, in eine leuchtende Spira, deren Windungen uneben erscheinen, und an beiden Extremen, im Centrum und auswärts, in dichte, körnige, kugelförmige Knoten auslaufen. Dr. Nichol hat eine Abbildung dieses Gegenstandes (dieselbe, welche Lord Rosse der Gelehrten-Versammlung in Cambridge 1845 vorlegte) bekannt gemacht†). Die vollkommenste ist aber die von Mr. Johnstone Stoner, Philos. Transact. 1850 Part 1. Pl. XXXV fig. 1. Ganz ähnliche Spiralform haben No. 99 Messier, mit einem einzigen Central-Nucleus, und andere nördliche Nebel.

Es bleibt noch übrig, ausführlicher als es in dem allgemeinen Naturgemälde‡) hat geschehen können, von einem Gegenstande zu reden, welcher in der Welt der Gestaltungen, die das gesammte Firmament darbietet, einzig ist, ja, wenn ich mich so ausdrücken darf, die landschaftliche Anmuth der südlichen Himmelsgefilde erhöht. Die beiden Magellannischen Wolken, welche wahrscheinlich zuerst von portugiesischen, dann von holländischen und dänischen Piloten Cap-Wolken genannt wurden||), fesseln, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, durch ihren Lichtglanz, ihre sie individualisirende Isolirtheit, ihr gemeinsames Kreisen um den Südpol, doch in ungleichen Abständen, auf das lebhafteste die Aufmerksamkeit des Reisenden. Daß diejenige Benennung, welche sich auf Magellan's Weltumseglung bezieht, nicht die ältere sei, wird durch die ausdrückliche Erwähnung und Beschreibung der kreisenden Lichtwolken von dem Florentiner Andrea Corsali in der Reise nach Cochin und von dem Secretär Ferdinands des Catholischen, Petrus Martyr de Anghiera, in seinem Werke de rebus Oceanicis et Orbe novo (Dec. I lib. IX p. 96 widerlegt¶). Die hier bezeichneten Angaben sind beide vom Jahr 1515: während Pigafetta, der Begleiter Magellan's, in seinem Reisejournal der nebbiette nicht eher als im Januar 1521 gedenkt, wo das Schiff Victoria aus der patagonischen Menge in die Südsee gelangte. Der sehr alte Name Cap-Wolken ist übrigens nicht durch die Nähe der, noch südlicheren Constellation des Tafelberges entstanden, da letztere erst von Lacaille eingeführt worden ist. Die Benennung könnte eher eine Beziehung haben auf den wirklichen Tafelberg und auf die, lange von den Seeleuten gefürchtete, sturmverkündende

to the System of the World 1846 (von Dr. Nichol, Professor der Astronomie zu Glasgow) p. 22. „Lord Rosse describes and figures this Nebula as resolved into numerous stars, with intermixed nebula,“ sagt Sir John Herschel in den Outlines p. 607.

*) Rossmos Buch I. S. 75 und Anmerkung †), wo der Nebelfleck No. 1622 a brother-system genannt ist.

†) Report of the 15th meeting of the British Association for the advancement of Science, Notices p. 4; Nichol, Thoughts p. 23 (vergl. Pl. II fig. 1

mit Pl. VI). In den Outlines § 882 heißt es: „the whole, if not clearly resolved into stars, has a resolvable character, which evidently indicates its composition.“

‡) Rossmos Buch I. S. 39 und Anm. **).

||) Lacaille in den Mém. de l'Acad. Année 1755 p. 195. Es ist eine schädliche Verwirrung der Terminologie, wie Forner und Littrow, auch die Noblenfäden Magellannische Flecken oder Cap-Wolken zu nennen.

¶) Rossmos Buch II. S. 345 und Anm. *).

Erscheinung einer kleinen Wolke auf seinem Gipfel. Wir werden bald sehen, daß die beiden Nubeculae, in der südlichen Hemisphäre lange bemerkt, aber namenlos geblieben, mit Ausdehnung der Schifffahrt und zunehmender Belebtheit gewisser Handelsstraßen Benennungen erhielten, welche durch diese Handelsstraßen selbst veranlaßt wurden.

Die frequente Beschißung des indischen Meeres, welches das östliche Afrika bespült, hat am frühesten, besonders seit der Zeit der Lagiden und der Mesun-Fahrten, Seefahrer mit den dem antarktischen Pole nahen Gestirnen bekannt gemacht. Bei den Arabern findet man, wie bereits oben erwähnt worden ist, schon in der Mitte des zehnten Jahrhunderts einen Namen für die größere der Magellanischen Wolken. Sie ist, wie Ideler aufgefunden, identisch mit dem (weißen) Dschesen, el-bakar, des berühmten Astronomen, Derwisch Abdurrahman Sufi aus Rai, einer Stadt des persischen Irak. Es sagt derselbe in der Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, die er am Hofe der Sultane aus der Dynastie der Buyiden anfertigte: „unter den Füßen des Suhel (es ist hier ausdrücklich der Suhel des Ptolemäus, also Canopus, gemeint, wenn gleich die arabischen Astronomen auch mehrere andere große Sterne des Schiffes, el-selina, Suhel nannten) steht ein weißer Fleck, den man weder in Irak (in der Gegend von Bagdad) noch im Nedschd (Nedjed), dem nördlicheren und gebirgigeren Arabien, sieht, wohl aber in der südlichen Tehama zwischen Mekka und der Spitze Jemen, längs der Küste des rothen Meeres*)." Die relative Position des weißen Dschesen zum Canopus ist hier für das unbewaffnete Auge genau genug angegeben; denn die Rectascension von Canopus ist $6^h 20'$, und der östliche Rand der Großen Magellanischen Wolke hat die Rectascension $6^h 0'$. Die Sichtbarkeit der Nubecula major in nördlichen Breiten hat durch die Präcession seit dem 10ten Jahrhunderte sich nicht erheblich ändern können, indem dieselbe in den nächst verflossenen Jahrtausenden das Maximum ihrer Entfernung vom Norden erreichte. Wenn man die neue Ortsbestimmung der Großen Wolke von Sir John Herschel annimmt, so findet man, daß zur Zeit von Abdurrahman Sufi der Gegenstand bis 17° nördlicher Breite vollständig sichtbar war; gegenwärtig ist es ohngefähr bis 18° . Die südlichen Wolken konnten also gesehen werden im ganzen südwestlichen Arabien, in dem Weibrauchlande von Hadhramaut, wie in Jemen, dem alten Cultursee von Saba und der früh eingewanderten Joctaniden. Die südlichste Spitze von Arabien bei Aden, an der Straße von Bab el-Mandeb, hat $12^\circ 45'$, Yohëia erst $15^\circ 44'$ nördlicher Breite. Die Entstehung vieler arabischer Ansiedlungen an der Ostküste von Afrika zwischen den Wendekreisen, nördlich und südlich vom Aequator, trug natürlich auch zur specielleren Kenntniß der südlichen Gestirne bei.

Geflüchtete europäische (vor allen catalanische und portugiesische) Piloten besuchten zuerst die Westküste Afrika's jenseits der Linie. Unbezweifelte Documente: die Weltkarte von Marino Sanuto Torsejello aus dem Jahre 1306, das genuesische Portulano Mediceo (1351), das Planisferio de la Palatina (1417) und das Mappamondo di Fra Mauro Camaldolese (zwischen 1457 und 1459); beweisen, wie schon 178 Jahre vor der sogenannten ersten Entdeckung des Cabo tormentoso (Vorgebirge der guten Hoffnung), durch Bartholomäus Diaz im Monat Mai 1487, die triangulare Configuration der Süd-Extremität des afrikanischen Continents bekannt war†). Die mit Gama's Expedition schnell zunehmende

* Ideler, Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. XLIX und 262. Der Name Abdurrahman Sufi ist von Ulugh Beg abgekörtzt aus: Abdurrahman Ebn-Dmar Ebn-Mohammed Ebn-Sahl Abu'l-Hasan el-Sufi el-Razi. Ulugh Beg, der, wie Nasir-ebdin, die Ptolemäischen Stern-Positionen durch eigene Beobachtungen (1437) verbesserte, gesteht, aus der Arbeit des Abdurrahman Sufi 27 Positionen südl. in Samarland nicht sichtbarer Sterne entlehnt zu haben.

† Vergl. meine geographischen Untersuchungen über

die Entdeckung der Südspitze von Afrika, und über die Behauptungen des Cardinals Xurla und Grafen Balbetti, im Examen crit. de l'hist. de la Géogr. aux 15^{es} et 16^{es} siècles T. I. p. 229-348. Die Entdeckung des Vorgebirges der guten Hoffnung welches Martin Behaim Terra Fragosa, nicht Cabo Tormentoso nennt, geschah, sonderbar genug, als Diaz von Osten kam, aus der Bai von Algoa (südl. Br. $33^\circ 47'$, über $7^\circ 18'$ östlich von der Tafelbai); Vgl. den Atlas im vaterländischen Museum, Hamburg 1810 S. 372-389.

Wichtigkeit eines solchen Handelsweges ist wegen des gemeinsamen Zieles aller west-afrikanischen Reisen die Veranlassung gewesen, daß den beiden südlichen Nebelwolken die Benennung Cap-Wolken von den Piloten, als sonderbarer, auf Capreisen gesehener Himmelserscheinungen, beigelegt wurde.

An der Ostküste von Amerika haben die fortgesetzten Bestrebungen, bis jenseits des Aequators, ja bis an die Südspitze des Continents, vorzudringen, von der Expedition des Alonso de Hojeda, welchen Amerigo Vespucci begleitete (1499), bis zu der Expedition von Magellan mit Sebastian del Cano (1521) und von Garcia de Loaysa *) mit Francisco de Soces (1525), die Aufmerksamkeit der Seefahrer ununterbrochen auf die südlichen Gestirne gerichtet. Nach den Tagebüchern, die wir besitzen, und nach den historischen Zeugnissen von Anghiera ist dies vorzugsweise geschehen bei der Reise von Amerigo Vespucci und Vicente Yañez Pinzon, auf welcher das Vorgebirge San Augustin ($8^{\circ} 20'$ südl. Br.) entdeckt wurde. Vespucci rühmt sich drei Canopen (einen dunklen, Canopo fosco, und zwei Canopi risplendenti) gesehen zu haben. Nach einem Versuche, welchen Ideler, der scharfsinnige Verfasser der Werke über die Sternnamen und die Chronologie, gemacht hat, Vespucci's sehr verworrene Beschreibung des südlichen Himmels in dem Briefe an Pierfrancesco de' Medici, von der Partei der Popolani, zu erläutern, gebrauchte jener das Wort Canopus auf eine eben so unbestimmte Weise als die arabischen Astronomen das Wort Suhel. Ideler erweist: „der Canopo fosco nella via lattea sei nichts anderes als der schwarze Flecken oder Große Kohlenfackel im südlichen Kreuze gewesen; und die Position von drei Sternen, in denen man α , β und γ der kleinen Wasserschlange (Hydrus) zu erkennen glaubt, mache es höchst wahrscheinlich, daß der Canopo risplendente di notabile grandezza (von beträchtlichem Umfange) die Nubecula major, wie der zweite risplendente die Nubecula minor sei †.“ Es bleibt immer sehr auffallend, daß Vespucci diese am Firmament neu gesehenen Gegenstände nicht, wie alle anderen Beobachter beim ersten Anblicke gethan, mit Wolken verglichen habe. Man sollte glauben, eine solche Vergleichung biete sich unwiderstehlich dar. Petrus Martyr Anghiera, der mit allen Entdeckern persönlich bekannt war und dessen Briefe unter dem lebendigen Eindrucke ihrer Erzählungen geschrieben sind, schildert unverkennbar den milden, aber ungleichen Lichtglanz der Nubeculae. Er sagt: „Assecuti sunt Portugallenses alterius poli gradum quinquagesimum amplius, ubi punctum (polum?) circumeuntes quasdam nubeculas licet intueri, veluti in lactea via sparsos fulgores per uni versicoeli globum intra ejus spatii latitudinem ‡.“ Der glänzende Ruf und die lange Dauer der Magellanischen Weltumseglung (vom August 1519 bis September 1522), der lange Aufenthalt einer zahlreichen Mannschaft unter dem südlichen Himmel verbunkelte die Erinnerung an alles früher beobachtete, und der Name Magellanischer Wolken verbreitete sich unter den schiffahrenden Nationen des Mittelmeeres.

Wir haben hier in einem einzelnen Beispiele gezeigt, wie die Erweiterung des geographischen Horizonts gegen Süden der beschauenden Astronomie ein neues Feld eröffnet hat. Den Piloten boten sich unter dem neuen Himmel besonders vier Gegenstände der Neugier dar: das Auffuchen eines südlichen Polarsterns; die Gestalt des südlichen

*) Die wichtige, nicht genug beachtete Entdeckung der Südspitze des Neuen Continents unter 55° südl. Breite (Urbaneta's Tagebuch bezeichnet die Entdeckung sehr charakteristisch durch die Worte: acabamiento de tierra, das Aufhören des Landes) gehört dem Francisco de Soces, welcher eines der Schiffe der Expedition von Loaysa 1525 befehligte. Er sah wahrscheinlich einen Theil des Feuerlandes westlich von der Staaten-Insel; denn das Cap Horn liegt nach Fitz-Roy $55^{\circ} 58' 41''$. Vergl. Navarrete, Viages y descubrim. de los Españoles T. V. p. 28 und 404.

†) Sumboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 295

—316; T. V. p. 225–229 und 235 (Ideler, Sternnamen S. 346).

‡) Petrus Martyr Angl., Oceanica Dec. III lib. 1 p. 217. Ich kann aus den numerischen Angaben Dec. II lib. 10 p. 204 und Dec. III lib. 10 p. 232 erweisen, daß der Theil der Oceanica, in welchem der Magellanischen Wolken gedacht wird, zwischen 1514 und 1516, also unmittelbar nach der Expedition von Juan Diaz de Solis nach dem Rio de la Plata (damals Rio de Solis, una mar dulce), geschrieben ist. Die Breiten-Angabe ist sehr übertrieben.

Kreuzes, das senkrechte Stellung hat, wenn es durch den Meridian des Beobachtungsortes geht; die Kohlenfäde und die kreisenden Lichtvölkern. Wir lernen aus der in viele Sprachen übersetzten Anweisung zur Schifffahrt (*Arte de Navegar* lib. V cap. 11) von Pedro de Medina, zuerst herausgegeben 1545, daß schon in der ersten Hälfte des 16ten Jahrhunderts Meridianhöhen des Cruzero zu Bestimmung der Breite angewandt wurden. Auf das bloße Beschaun folgte also schnell das Messen. Die erste Arbeit über Stern-Positionen nahe am antarctischen Pole wurde durch Abstände von bekannten Tydonischen Sternen der Rudolphinischen Tafeln erlangt; sie gehört, wie ich schon früher bemerkt habe*), dem Petrus Theodori aus Emden und dem Friedrich Houtman aus Holland, welcher um das Jahr 1594 in den indischen Meeren schiffte, an. Die Resultate ihrer Messungen wurden bald in die Sterncataloge und Himmelsgloben von Blaeuw (1601), Bayer (1603) und Paul Mercula (1605) aufgenommen. Das sind die schwachen Anfänge zur Ergründung der Topographie des südlichen Himmels vor Halley (1677), vor den verdienstvollen astronomischen Bestrebungen der Jesuiten Jean de Fontaney, Richaud und Noel. Es bezeichnen in innigem Zusammenhange die Geschichte der Astronomie und die Geschichte der Erdkunde jene denkwürdigen Epochen, in denen (kaum erst seit dritthalbhundert Jahren) das kosmische Bild des Firmaments wie das Bild von den Umriffen der Continente vervollständigt werden konnten.

Die Magellanischen Wolken, von welchen die größere 42, die kleine 10 Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedeckt, lassen dem bloßen Auge allerdings auf den ersten Anblick denselben Eindruck, welchen zwei glänzende Theile der Milchstraße von gleicher Größe machen würden, wenn sie isolirt ständen. Bei hellem Mondschein verschwindet indeß die kleine Wolke gänzlich, die Große verliert nur herrächtig von ihrem Lichte. Die Abbildung, welche Sir John Herschel gegeben hat, ist vortrefflich und stimmt genau mit meinen lebhaftesten peruanischen Erinnerungen überein. Der angestrengten Arbeit dieses Beobachters im Jahr 1837 am Vorgebirge der guten Hoffnung verdankt †) die Astronomie die erste genaue Analyse eines so wunderbaren Aggregats der verschiedenartigsten Elemente. Er fand einzelne zerstreute Sterne in großer Zahl; Sternschwärme und kugelförmige Sternhaufen; ovale reguläre und irreguläre Nebelflecke, mehr zusammengedrängt als in der Nebelzone der Jungfrau und des Haupthaars der Berenice. Die Nubeculae sind also eben wegen dieses complicirten Aggregat-Zustandes weder (wie nur zu oft geschrieben) als außerordentlich große Nebelflecke, noch als sogenannte abgesonderte Theile der Milchstraße zu betrachten. In dieser gehören runde Sternhaufen und besonders ovale Nebelflecke zu den seltenen Erscheinungen ‡): eine kleine Zone abgerechnet, welche zwischen dem Altar und dem Schwanz des Scorpions liegt.

Die Magellanischen Wolken hängen weder unter einander noch mit der Milchstraße durch einen erkennbaren Nebeldust zusammen. Die Kleine liegt, außer der Nähe des Sternhaufens im Toucan ||), in einer Art von Sternwüste; die Große in einem minder öden Himmelsraume. Der letzteren Bau und innere Gestaltung ist so verwickelt, daß in

*) Kosmos Buch II. S. 345, Buch III. S. 442 und 456.

†) Kosmos Buch I. S. 39 und Anm. *). Vergl. Capreife p. 143-164; die beiden Magellanischen Wolken, wie sie dem bloßen Auge erscheinen, Pl. VII; telescopische Analyse der Nubecula major Pl. X; der Nebelfleck des Dorado besonders dargestellt Pl. II fig. 4 (§ 20-23). Outlines § 892-896, Pl. V fig. 1, und James Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 Part I. p. 147-151. — So irrig waren die Ansichten der ersten Beobachter, daß der, von Dominicus Cassini sehr geschätzte Jesuit Fontaney, welchem man viele werthvolle astronomische Beobachtungen aus Indien und China verbanft, noch 1685 schreibt: „Le grand et le petit Nuges sont deux choses singulières. Ils ne paroissent

aucunement un amas d'étoiles comme *Prasepe* *Canceri*, ni même une lueur sombre, comme la *Nebuleuse d'Andromède*. On n'y voit presque rien avec de très grandes lunettes, quoique sans ce secours on les voye fort blanches, particulièrement le grand Nuge.” *Lettre du Père de Fontaney au Père de la Chaize, Confesseur du Roi*, in den *Lettres éditantes Recueil* VII. 1703 p. 78, und *Hist. de l'Acad. des Sciences* dep. 1686-1699 (T. II. Paris 1733) p. 19. — Ich bin im Texte bei der Beschreibung der Magellanischen Wolken allein der Arbeit von Sir John Herschel gefolgt.

‡) Kosmos Buch III. S. 460 und Anm. †).

||) N. a. D. S. 485 und Anm. *).

derselben Massen (wie No. 2878 des Herschel'schen Verzeichnisses) gefunden werden, welche den Aggregat-Zustand und das Bild der ganzen Wolke genau wiederholen. Des verdienstvollen Horner's Vermuthung, als seien die Wolken einst Theile der Milchstraße gewesen, in der man gleichsam ihre vormaligen Stellen erkenne; ist eine Mythe, und eben so ungegründet als die Behauptung, daß in ihnen seit Lacaille's Zeiten eine Fortbewegung, eine Veränderung der Position zu bemerken sei. Diese Position ist wegen Unbestimmtheit der Ränder in Fernröhren von kleinerer Oeffnung früher unrichtig angegeben worden; ja Sir John Herschel erwähnt, daß auf allen Himmelsgloben und Sternkarten die Kleine Wolke fast um eine Stunde in Rectascension falsch eingetragen wird. Nach ihm liegt Nubecula minor zwischen den Meridianen von $0^{\circ} 28'$ und $1^{\circ} 15'$, N. P. D. 162° und 165° ; Nubecula major N. $4^{\circ} 40'$ — $6^{\circ} 0'$ und N. P. D. 156° — 162° . Von Sternen, Nebelflecken und Clusters hat er in der ersteren nicht weniger als 919, in der letzteren 244 nach Geradaufsteigung und Abweichung verzeichnet. Um die drei Classen von Gegenständen zu trennen, habe ich in dem Verzeichniß gezählt:

in Nub. major	582	Sterne,	291	Nebelflecke,	46	Sternhaufen;
in Nub. minor	200	"	37	"	7	"

Die geringere Zahl der Nebel in der Kleinen Wolke ist auffallend. Das Verhältniß derselben zu den Nebeln der Großen Wolke ist wie 1 : 8, während das Verhältniß der isolirten Sterne sich ohngefähr wie 1 : 3 ergibt. Diese verzeichneten Sterne, fast 800 an der Zahl, sind meistens 7ter und 8ter Größe, einige 9ter bis 10ter. Mitten in der Großen Wolke liegt ein schon von Lacaille erwähnter Nebelfleck, 30 Doradus Bode (No. 2941 von John Herschel), von einer Gestalt, welcher keine andere am Himmel gleich kommen soll. Es nimmt dieser Nebelfleck kaum $\frac{1}{500}$ der Area der ganzen Wolke ein; und doch hat Sir John Herschel die Position von 105 Sternen 14ter bis 16ter Größe in diesem Raume bestimmt: Sternen, die sich auf den ganz unaufgelösten, gleichförmig schimmernden, nicht schädigen Nebel projectiren *).

Den Magellanischen Lichtwolken gegenüber kreisen um den Südpol in größerem Abstände die Schwarzen Flecken, welche früh, am Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts, die Aufmerksamkeit portugiesischer und spanischer Piloten auf sich gezogen haben. Sie sind wahrscheinlich, wie schon gesagt, unter den drei Canopen, deren Amerigo Vespucci in seiner dritten Reise erwähnt, der Canopo fosco. Die erste sichere Andeutung der Flecken finde ich in der 1sten Decade von Anghiera's Werke de rebus Oceanicis (Dec. I. lib. 9. ed 1533 p. 20. h). „Interrogati a me nautae qui Vicentium Agnem Pinzonum fuerant comitati (1499), an antarcticum viderint polum: stellam se nullam huic arcticae similem, quae discerni circa punctum (polum?) possit, cognovisse inquirunt. Stellarum tamen aliam, ajunt, se prospexisse faciem densamque quandam ab horizonte vaporosam caliginem, quae oculos fere obtenebraret.“ Das Wort stella wird hier wie ein himmlisches Gebilde genommen; und die Erzählenden mögen sich freilich wohl nicht sehr deutlich über eine caligo, welche die Augen verfinstert, ausgedrückt haben. Befriedigender spricht Pater Joseph Acosta aus Medina del Campo über die Schwarzen Flecken und die Ursach dieser Erscheinung. Er vergleicht sie in seiner Historia natural de las Indias (lib. I cap. 2) in Hinsicht auf Farbe und Gestalt mit dem verfinsterten Theile der Mondscheibe. „So wie die Milchstraße,“ sagt er, „glänzender ist, weil sie aus dichterem Himmels-Materie besteht, und deshalb mehr Licht ausstrahlt; so sind die schwarzen Flecken, die man in Europa nicht sieht, ganz ohne Licht, weil sie eine Region des Himmels bilden, welche leer, d. h. aus sehr undichter und durchsichtiger Materie zusammengesetzt, ist.“ Wenn ein berühmter Astronom in dieser Beschreibung die

*) Vergl. Copreife 2 20-23 und 133, die schöne Ab- graphischen Analyse Pl. X, wie Outlines 2 896 Pl. V. bildung Pl. II fig. 4 und ein Special-Kärtchen auf der fig. 1.

Sonnenflecken erkannt hat*); so ist dies nicht minder sonderbar, als daß der Missionar Richaud (1689) Acosta's manchas negras für die Magellanischen Lichtwolken hält†).

Richaud spricht übrigens, wie die ältesten Piloten, von Kohlenfäcken im Plural; er nennt deren zwei: den großen im Kreuz und einen anderen in der Karls-Eiche; der letztere wird in anderen Beschreibungen gar wieder in zwei, von einander getrennte Flecken getheilt. Diese beschreiben Feuillée, in den ersten Jahren des 18ten Jahrhunderts, und Horner (in einem Briefe von 1804 aus Brasilien, an Olbers gerichtet) als unbestimmter und an den Rändern verwaschen ‡). Ich habe während meines Aufenthalts in Peru von den Coalbags der Karls-Eiche nie etwas befriedigendes auffinden können; und da ich geneigt war, es der zu tiefen Stellung der Constellation zuzuschreiben, so wandte ich mich um Belehrung an Sir John Herschel und den Director der Hamburger Sternwarte, Herrn Rümker, welche in viel südlicheren Breiten als ich gewesen sind. Beide haben, trotz ihrer Bemühung, ebenfalls nichts aufgefunden, was in Bestimmtheit der Umrisse und Tiefe der Schwärze mit dem Coal-sack im Kreuze verglichen werden könnte. Sir John glaubt, daß man nicht von einer Mehrheit von Kohlenfäcken reden müsse, wenn man nicht jede, auch nicht umgrenzte, dunklere Himmelsstelle (wie zwischen α Centauri und β und γ Trianguli ||), zwischen η und δ Argus, und besonders am nördlichen Himmel den leeren Raum in der Milchstraße zwischen ϵ , α und γ Cygni ¶) dafür wolle gelten lassen.

Der dem unbewaffneten Auge auffallendste und am längsten bekannte Schwarze Flecken des südlichen Kreuzes liegt zur östlichen Seite dieser Constellation und hat eine birnförmige Gestalt, bei 8° Länge und 5° Breite. In diesem großen Raume befinden sich ein sichtbarer Stern 6ter bis 7ter Größe, dazu eine große Menge telescopischer Sterne 11ter bis 13ter Größe. Eine kleine Gruppe von 40 Sternen liegt ziemlich in der Mitte**). Sternleerheit und Contrast neben dem prachtvollen Lichtglanze umher werden als Ursachen der merkwürdigen Schwärze dieses Raumes angegeben. Diese letztere Meinung hat sich seit La Caille ††) allgemein erhalten. Sie ist vorzüglich durch die Stern-Nichungen (gauges and sweeps) um den Raum, wo die Milchstraße wie von einem schwarzen Gewölfe bedeckt erscheint, bekräftigt. In dem coal-bag haben die Nüchungen (in gleicher Größe des Gesichtsfeldes) 7 bis 9 telescopische Sterne (nie völlige Leerheit, blank fields), wenn an den Rändern 120 bis 200 Sterne gezählt wurden. So lange ich in der südlichen Tropengegend war, unter dem sinnlichen Eindruck der Himmelsbedeckung, die mich so lebhaft beschäftigte, schien mir, wohl mit Unrecht, die Erklärung durch den Contrast nicht befriedigend. William Herschel's Betrachtungen über ganze sternleere Räume im Scorpion und im Schlangenträger, die er Öffnungen in dem Himmel (Openings in the heavens) nennt, leiteten mich auf die Idee: daß in solchen Regionen die hinter einander liegenden Sternschichten dünner oder gar unterbrochen seien, daß unsere optischen Instrumente die letzten Schichten nicht erreichen, „daß wir wie durch Röhren in den fernsten Weltraum blicken.“ Ich habe dieser Deffnungen schon an einem Orte gedacht ‡‡), und die Wirkungen der Perspective auf solche Unterbrechungen in den Sternschichten sind neuerlichst wieder ein Gegenstand ernster Betrachtung geworden |||).

*) Cosmos Buch II. S. 344 und Anm. ||).

†) Mém. de l'Acad. des Sc. dep. 1666 jusqu' à 1699 T. VII. Partie 2. (Paris 1729) p. 206.

‡) Brief an Olbers von St. Catharina (Jan. 1804) in Bach's Monatl. Correspondenz zur Beförd. der Erd- und Himmelskunde Bd. X S. 240. (Vergl. über Feuillée's Beobachtung und rothe Abbildung des Schwarzen Fleckens im südlichen Kreuze Bach a. a. O. Bd. XV. 1807 S. 388–391.)

§) Capreife Pl. XIII.

¶) Outlines of Astronomy p. 531.

***) Capreife p. 384, No. 3407 des Verzeichnisses der Nebel und Sternhaufen. (Vergl. Dunlop in den

Philos. Transact. for 1828 p. 149 und No. 272 seines Catalogs.)

††) „Cette apparence d'un noir foncé dans la partie orientale de la Croix du sud, qui frappe la vue de tous ceux qui regardent le ciel austral, est causée par la vivacité de la blancheur de la voie lactée qui renferme l'espace noir et l'entoure de tous côtés.“ La Caille in den Mém. de l'Acad. des Sciences Année 1755 (Par. 1761) p. 199.

‡‡) Buch I. S. 76 und Anm. ¶).

|||) „When we see,“ sagt Sir John Herschel, „in the Coal-sack (near a Crucis) a sharply defined oval space free from stars, it would seem much less pro-

Die äußersten und fernsten Schichten selbstleuchtender Weltkörper, der Abstand der Nebelflecke, alles, was wir in dem letzten der sieben siderischen oder astrognostischen Abschnitte dieses Werkes zusammengedrängt haben, erfüllen die Einbildungskraft und den ahnenden Sinn des Menschen mit Bildern von Zeit und Raum, welche seine Fassungskraft übersteigen. So bewundernswürdig die Vervollkommnungen der optischen Werkzeuge seit kaum sechzig Jahren gewesen sind, so ist man doch zugleich mit den Schwierigkeiten ihrer Construction genug vertraut geworden, um sich über die ungemessenen Fortschritte dieser Vervollkommenung nicht so kühnen, ja ausschweifenden Erwartungen hinzugeben, als die waren, welche den geistreichen Hooke in den Jahren 1663 bis 1665 ernsthaft beschäftigten *). Mäßigung in den Erwartungen wird auch hier sicherer zum Ziele führen. Jedes der auf einander folgenden Menschengeschlechter hat sich des Größten und Erhabensten zu erfreuen gehabt, was es auf der Stufe, zu welcher die Kunst sich erhoben, als die Frucht freier Intelligenz erringen konnte. Ohne in bestimmten Zahlen auszusprechen, wie weit die den Weltraum durchdringende telescopische Kraft bereits reiche, ohne diesen Zahlen viel Glauben zu schenken: mahnt uns doch schon die Kenntniß von der Geschwindigkeit des Lichts, daß das Aufglimmen des fernsten Gestirns, der lichterzeugende Proceß auf seiner Oberfläche „das älteste sinnliche Zeugniß †) von der Existenz der Materie ist.“

β. Sonnengebiet.

Planeten und ihre Monde, Cometen, Ring des Thierkreislichtes und Schwärme von Meteor-Asteroiden.

Wenn wir in dem uranologischen Theile der physischen Weltbeschreibung von dem Fixsternhimmel zu unserem Sonnen- und Planetensystem herabsteigen, so gehen wir von dem Großen und Universellen zu dem relativ Kleinen und Besonderen über. Das Gebiet der Sonne ist das Gebiet eines einzelnen Fixsternes unter den Millionen derer, welche uns das Fernrohr an dem Firmamente offenbart; es ist der beschränkte Raum, in welchem sehr verschiedenartige Weltkörper, der unmittelbaren Anziehung eines Centralkörpers gehorchend, in engeren oder weiteren Bahnen um diesen kreisen: sei es einzeln; oder wiederum von anderen, ihnen ähnlichen, umgeben. Unter den Sternen, deren Anordnung wir in dem siderischen Theile der Uranologie zu behandeln versucht haben, zeigt allerdings auch eine Classe jener Millionen telescopischer Fixsterne, die Classe der Doppelsterne, particuläre, binäre oder vielfältiger zusammengesetzte Systeme; aber trotz der Analogie ihrer treibenden Kräfte sind sie doch, ihrer Naturbeschaffenheit nach, von unserem Sonnensysteme verschieden. In ihnen bewegen sich selbstleuchtende Fixsterne um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, der mit sichtbarer Materie nicht erfüllt ist; in dem Sonnensysteme kreisen dunkle Weltkörper um einen selbstleuchtenden Körper oder, um bestimmter zu reden, um einen gemeinsamen Schwerpunkt, welcher zu verschiedenen Zeiten innerhalb des Centralkörpers oder außerhalb desselben liegt. „Die große Elipse, welche die Erde um die Sonne beschreibt, spiegelt sich ab in einer kleinen, ganz ähnlichen, in welcher der Mittelpunkt der Sonne um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt der Erde und Sonne herumgeht.“ Ob die planetarischen Körper, zu denen die inneren wie die äußeren Cometen gerechnet werden müssen, außer dem

hable that a conical or tubular hollow traverses the whole of a stary stratum, continuously extended from the eye outwards, than that a distant mass of comparatively moderate thickness should be simply perforated from side to side" Outlines § 792 p. 532.

*) Lettre de Mr. Hooke à Mr. Auzout in den Mém. de l'Académie 1666-1699 T. VII. Partie 2. p. 30 und 73.

†) Kosmos Buch I. S. 77.

Lichte, welches ihnen der Centralkörper giebt, nicht auch theilweise etwas eigenes Licht zu erzeugen fähig sind: bedarf hier, bei so allgemeinen Andeutungen, noch keiner besonderen Erwähnung.

Von der Existenz dunkler planetarischer Körper, welche um andere Fixsterne kreisen, haben wir bisher keine directen Beweise. Die Schwäche des reflectirten Lichtes würde solche Planeten, die schon (lange vor Lambert) Kepler um jeden Fixstern vermuthete, hindern uns je sichtbar zu werden. Wenn der nächste Fixstern, α Centauri, 226000 Erdweiten oder 7523 Neptunweiten; ein sich sehr weit entfernender Comet, der von 1680, welchem man (freilich nach sehr unsicheren Fundamenten) einen Umlauf von 8800 Jahren zuschreibt, im Aphel 28 Neptunweiten von unserem Sonnenkörper absteht: so ist die Entfernung des Fixsterns α Centauri noch 270mal größer als unser Sonnengebiet bis zum Aphel jenes fernsten Cometen. Wir sehen das reflectirte Licht des Neptun in 30 Erdweiten. Würden, in künftig zu construierenden, mächtigeren Telescopen, noch drei folgende, hinter einander stehende, Planeten erkannt, etwa in der Ferne von 100 Erdweiten: so ist dies noch nicht der 8te Theil der Entfernung bis zum Aphel des genannten Cometen; noch nicht der 2200ste Theil*) der Entfernung, in welcher wir das reflectirte Licht eines etwa um α Centauri kreisenden Trabanten telescopisch empfangen sollten. Ist aber überhaupt die Annahme von Fixstern-Trabanten so unbedingt nothwendig? Wenn wir einen Blick werfen auf die niederen Particular-Systeme innerhalb unseres großen Planetensystems; so finden wir, trotz der Analogien, welche die von vielen Trabanten umkreisten Planeten darbieten können, auch andere Planeten: Merkur, Venus, Mars, die gar keinen Trabanten haben. Abstrahiren wir von dem bloß Möglichen und beschränken uns auf das wirklich Erforschte, so werden wir lebhaft von der Idee durchdrungen: daß das Sonnensystem, besonders in der großen Zusammensetzung, welche die letzten Jahrzehende uns enthüllt haben, das reichste Bild gewährt von den, leicht zu erkennenden, unmittelbaren Beziehungen vieler Weltkörper zu einem einzigen.

Der beschränkte Raum des Planetensystems gewährt gerade wegen dieser Beschränktheit für Sicherheit und Evidenz der Resultate in der messenden und rechnenden Astronomie unbestreitbare Vorzüge vor den Ergebnissen aus der Betrachtung des Fixsternhimmels. Vieles von diesen gehört nur der beschauenden Astronomie in dem Gebiete der Sternschwärme und Nebelgruppen, wie in der, auf so unsicheren Fundamenten beruhenden, photometrischen Reihung der Gestirne an. Der sicherste und glänzendste Theil der Astronomie ist die, in unserer Zeit so überaus vervollkommnete und vermehrte Bestimmung der Positionen in \mathcal{M} . und Decl.: sei es von einzelnen Fixsternen; oder von Doppelsternen, Sternhaufen und Nebelflecken. Auch bieten schwierig, aber in höherem oder niederem Grade genau meßbare Verhältnisse dar: die eigene Bewegung der Sterne; die Elemente, nach denen ihre Parallaxe ergründet wird; die telescopischen Stern-Näuhungen, welche auf die räumliche Vertheilung der Weltkörper leiten; die Perioden von veränderlichen Sternen und der langsame Umlauf der Doppelsterne. Was seiner Natur nach sich der eigentlichen

*) Vergl. oben, wo ich nach Uranusweiten, als dem damaligen Maas der Begrenzung des Planetensystems, rechnete, $\mathcal{R} \circ \circ \text{ m o s}$ Buch I. S. 52, 74 und Anm. *). Wenn man den Abstand des Neptuns von der Sonne zu 30,04 Erdweiten annimmt, so ist die Entfernung des α Centauri von der Sonne noch 7523 Neptunweiten, die Parallaxe angenommen zu $0'',9128$ ($\mathcal{R} \circ \circ \text{ m o s}$ Buch III. S. 488); und doch ist die Entfernung von 61 Cygni schon fast zwei- und ein halbmal, die des Sirius (bei einer Parallaxe von $0'',30$) viermal größer als die von α Centauri. (Eine Neptunweite ist obngesehrt 821 Millionen geographischer Meilen, deren nach Hansen $396\frac{1}{2}$ Millionen auf den Abstand des Uranus von der Sonne geben; des Siriusweite beträgt nach Galle, bei Henderson's Parallaxe,

896800 Halbmesser der Erdbahn = 18547000 Millionen geogr. Meilen: eine Entfernung, die einem Lichtwege von 14 Jahren entspricht.) Das Aphel des Cometen von 1680 ist 44 Uranusweiten, also 28 Neptunweiten, von der Sonne entfernt. Nach diesen Annahmen ist der Sonnen-Abstand des Sternes α Centauri fast 270mal größer als jenes Aphel, welches wir hier als das Minimum der sehr gewagten Schätzung von dem halben Durchmesser des Sonnengebiets betrachten ($\mathcal{R} \circ \circ \text{ m o s}$ Buch III. S. 495). Die Angabe solcher numerischen Verhältnisse gewährt, bei geringer Anschaulichkeit, doch wenigstens den Vortheil, daß die Annahme eines sehr großen räumlichen Grundmaas zu Resultaten führt, die in kleineren Zahlen ausgedrückt werden können.

Messung entzieht, wie: die relative Lage und Gestalt von Sternschichten oder Ringen von Sternen, die Anordnung des Weltbaues, die Wirkungen gewaltsam umändernder Naturgewalten *) im Auslodern oder Verlöschen sogenannter neuer Sterne; regt um so tiefer und lebendiger an, als es das anmuthige Nebelland der Phantasie berührt.

Wir enthalten uns vorzüglich in den nächstfolgenden Blättern aller Betrachtungen über die Verbindung unseres Sonnensystems mit den Systemen der anderen Fixsterne; wir kommen nicht wieder zurück auf die Fragen von der Unterordnung und Gliederung der Systeme, die, man möchte sagen, aus intellectuellen Bedürfnissen sich uns aufdrängen; auf die Frage: ob unser Centralkörper, die Sonne, nicht selbst in planetarischer Abhängigkeit zu einem höheren Systeme stehe: vielleicht gar nicht einmal als Hauptplanet, sondern nur der Trabant eines Planeten, wie unsere Jupitersmonde. Beschränkt auf den mehr heimischen Boden, auf das Sonnengebiet, haben wir uns des Vorzugs zu erfreuen, daß, mit Ausnahme dessen, was sich auf die Deutung des Oberflächen-Ansehens oder gasförmiger Umhüllungen der kreisenden Weltkörper, den einfachen oder getheilten Schweif der Cometen, auf den Ring des Zodiacallichts oder das räthselhafte Erscheinen der Meteor-Astereiden bezieht, fast alle Resultate der Beobachtung einer Zurückführung auf Zahlenverhältnisse fähig sind, alle sich als Folgerung aus streng zu prüfenden Voraussetzungen darbieten. Nicht die Prüfung dieser Voraussetzungen selbst gehört in den Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, sondern die methodische Zusammenstellung numerischer Resultate. Sie sind das wichtige Ertheil, welches, immerdar wachsend, ein Jahrhundert dem andern überträgt. Eine Tabelle, die Zahlen-Elemente der Planeten (mittlere Entfernung von der Sonne, siderische Umlaufzeit, Excentricität der Bahn, Neigung gegen die Ekliptik, Durchmesser, Masse und Dichtigkeit) umfassend, bietet jetzt in einem überkleinen Raume den Stand der geistigen Errungenschaft des Zeitalters dar. Man versetze sich einen Augenblick in das Alterthum zurück; man denke sich Philolaus den Pythagoreer, Lehrer des Plato, den Aristarch von Samos oder Hipparchus im Besitze eines solchen mit Zahlen gefüllten Blattes, oder einer graphischen Darstellung der Planetenbahnen, wie sie unsere abgekürzten Lehrbücher darstellen: so löst sich das bewundernde Erstaunen dieser Männer, Helden des früheren, beschränkten Wissens, nur mit dem vergleichen, welches sich des Eratosthenes, des Strabo, des Claudius Ptolemäus bemächtigen würde, wenn diesen eine unserer Weltkarten (Mercator's Projection) von wenigen Zollen Höhe und Breite vorgelegt werden könnte.

Die Wiederkehr der Cometen in geschlossenen elliptischen Bahnen bezeichnet als Folge der Anziehungskraft des Centralkörpers die Grenze des Sonnengebiets. Da man aber ungewiß bleibt, ob nicht einst noch Cometen erscheinen werden, deren große Ape länger gefunden wird als die der schon erschienenen und berechneten Cometen; so geben diese in ihrem Aphel nur die Grenze, bis zu welcher das Sonnengebiet zum wenigsten reicht. Das Sonnengebiet wird demnach charakterisirt durch die sichtbaren und meßbaren Folgen eigener einwirkender Centralkräfte, durch die Weltkörper (Planeten und Cometen), welche in geschlossenen Bahnen um die Sonne kreisen und durch enge Bande an sie gefesselt bleiben. Die Anziehung, welche die Sonne jenseits dieser wiederkehrender Weltkörper auf andere Sonnen (Fixsterne) in weiteren Räumen ausübt, gehört nicht in die Betrachtungen, die uns hier beschäftigen.

Das Sonnengebiet umfaßt nach dem Zustand unserer Kenntnisse am Schluß des halben neunzehnten Jahrhunderts, und wenn man die Planeten nach Abständen von dem Centralkörper ordnet:

22 „Hauptplaneten“ (Merkur, Venus, Erde, Mars; Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Irene, Asträa, Egeria, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea; Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun);

*) Ueber das Auslodern neuer Sterne und ihr Verschwinden s. Kosmos Buch III. S. 463-471.

21 „Trabanten“ (einen der Erde, 4 des Jupiter, 8 des Saturn, 6 des Uranus, 2 des Neptun);

197 „Cometen,“ deren Bahn berechnet ist: darunter 6 innere, d. h. solche, deren Aphel von der äußersten Planetenbahn, der des Neptun, umschlossen ist; sodann mit vieler Wahrscheinlichkeit:

den Ring des Thierkreislichtes, vielleicht zwischen der Venus- und Marsbahn liegend; und nach der Meinung vieler Beobachter:

die Schwärme der Meteor-Asteroiden, welche die Erdbahn vorzugsweise in gewissen Punkten schneiden.

Bei der Aufzählung der 22 Hauptplaneten, von welchen nur 6 bis zum 13. März 1781 bekannt waren, sind die 14 Kleinen Planeten (bisweilen auch Coplaneten und Asteroiden genannt, und in unter einander verschlungenen Bahnen zwischen Mars und Jupiter liegend) durch kleineren Druck von den 8 größeren Planeten unterschieden worden.

In der neueren Geschichte planetarischer Entdeckungen sind Hauptepochen gewesen: das Auffinden des Uranus, als des ersten Planeten jenseits der Saturnsbahn, von William Herschel zu Bath am 13. März 1781 erkannt durch Scheibenform und Bewegung; das Auffinden der Ceres, des ersten der Kleinen Planeten, am 1. Januar 1801 durch Piazzi zu Palermo; die Erkennung des ersten inneren Cometen durch Ende zu Gotha im August 1819; und die Verkündigung der Existenz des Neptun vermittelt planetarischer Störungs-Berechnungen durch Le Verrier zu Paris im August 1846, wie die Entdeckung des Neptun durch Galle zu Berlin am 23. September 1846. Jede dieser wichtigen Entdeckungen hat nicht bloß die unmittelbare Erweiterung und Bereicherung unseres Sonnensystems zur Folge gehabt, sie hat auch zu zahlreichen ähnlichen Entdeckungen veranlaßt: zur Kenntniß von 5 andern inneren Cometen (durch de Vico, Brorsen und d'Arrest zwischen 1826 und 1851); wie von 13 Kleinen Planeten, unter denen von 1801 bis 1807 drei (Pallas, Juno und Vesta) und, nach einer Unterbrechung von vollen 38 Jahren, seit Hencke's glücklicher und auch beabsichtigter Entdeckung der Asträa am 8. December 1845, in schneller Folge durch Hencke, Hind, Graham und de Gasparis von 1845 bis Mitte 1851 neun aufgefunden worden sind. Die Aufmerksamkeit auf die Cometenwelt ist so gestiegen, daß in den letzten 11 Jahren die Bahnen von 33 neu entdeckten Cometen berechnet wurden: also nahe eben so viel als in den 40 vorhergehenden Jahren dieses Jahrhunderts.

I.

Die Sonne, als Centralkörper.

Die Weltleuchte (Lucerna Mundi), welche in der Mitte thront, wie Copernicus*) die Sonne nennt, ist das allbelebende, rustrende Herz des Universums nach Theon dem Smyrnäer†); sie ist der Urquell des Lichtes und der strahlenden Wärme, der Erreger vieler irdischen electro-magnetischen Proceßes, ja des größeren Theils der organischen Lebensthätigkeit, besonders der vegetabilischen, auf unserem Planeten. Die Sonne bringt, wenn man ihre Kräftäusserungen in der größten Verallgemeinerung bezeichnen will, Veränderungen auf der Oberfläche der Erde hervor: theils durch Massen-Attraction, wie in der

*) Ich habe schon früher (Röm. Buch II. S. 356 und Anm. *) die dem Somnium Scipionis nachgeahmte Stelle aus dem 10ten Cap. des ersten Buchs de Revolut. abdrucken lassen.

†) „Die Sonne sei das Herz des Universums,“ aus Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia ed. F. Martin 1849 p. 182 und 298: τῆς ἐμψυ-

χίας μέσον τὸ περὶ τὸν ἥλιον, οἷον εἰ καθ' ἑαυτὴν οὐρα τοῦ παντός, ὃθεν φέρονται αὐτοῦ καὶ τὴν ψυχὴν ἀρτάνειν διὰ παντός ἥκειν τοῦ σίματος τεταμένον ἀπὸ τῶν περὶ τὸν. Diese neue Ausgabe ist merkwürdig, weil sie peripatetische Meinungen des Akratius und viele platonische des Dercyllides vervollständigt.)

Ebbe und Fluth des Oceans, wenn man von der ganzen Wirkung den Theil abzieht, welcher der Lunar-Anziehung gehört; theils durch licht- und wärme-erregende Wallungen (Transversal-Schwingungen) des Aethers, wie in der befruchtenden Vermischung der Luft- und Wasserhüllen des Planeten (bei dem Contact der Atmosphäre mit dem verdunstenden flüssigen Elemente im Meere, in Landseen und Flüssen). Sie wirkt in den durch Wärme-Unterschiede erregten atmosphärischen und oceanischen Strömungen, deren letztere seit Jahrtausenden fortfahren (doch in schwächerem Grade) Geröll-Schichten aufzuhäufen oder entblößend mit sich fortzureißen, und so die Oberfläche des angeschwemmten Landes umzuwandeln; sie wirkt in der Erzeugung und Unterhaltung der electro-magnetischen Thätigkeit der Erdrinde und der des Sauerstoff-Gehaltes der Atmosphäre; bald still und sanft chemische Ziehkkräfte erzeugend, und das organische Leben mannigfach in der Endosmose der Zellen-Wandung, in dem Gewebe der Muskel- und Nervenfasern bestimmend; bald Lichtprocesse im Luftkreise (farbig flammendes Polarlicht, Donnerwetter, Orkane und Meerssäulen) hervorrufend.

Haben wir hier versucht die solaren Einflüsse, in so fern sie sich nicht auf die Achsenstellung und Bahn unsers Weltkörpers beziehen, in ein Gemäble zusammenzubringen; so ist es, um durch Darstellung des Zusammenhanges großer und auf den ersten Blick heterogen scheinender Phänomene recht überzeugend zur Anschauung zu bringen: wie die physische Natur in dem Buche vom Kosmos als ein durch innere, oft sich ausgleichende Kräfte bewegtes und belebtes Ganzes zu schildern sei. Aber die Lichtwellen wirken nicht bloß zersehend und wieder bindend auf die Körperwelt, sie rufen nicht bloß hervor aus der Erde die zarten Keime der Pflanzen, erzeugen den Grünstoff (Chlorophyll) in den Blättern und färben duftende Blüten, sie wiederholen nicht bloß tausend- und aber tausendfach reflectirte Bilder der Sonne, im anmuthigen Spiel der Welle wie im bewegten Grashalm der Wiese; das Himmelslicht in den verschiedenen Abstufungen seiner Intensität und Dauer steht auch in geheimißvollem Verkehr mit dem Inneren des Menschen, mit seiner geistigen Erregbarkeit, mit der trüben oder heiteren Stimmung des Gemüths: *Caeli tristitiam discutit Sol et humani nubila animi serenat* (Plin. Hist. nat. II. 6).

Bei jedem der zu beschreibenden Weltkörper lasse ich die numerischen Angaben dem vorangehen, was hier, mit Ausnahme der Erde, von ihrer physischen Beschaffenheit wird beizubringen sein. Die Anordnung der Resultate in Zahlen ist ohngefähr dieselbe wie in der vortrefflichen „Uebersicht des Sonnensystems“ von Hansen*), doch mit numerischen Veränderungen und Zusätzen: da seit dem Jahre 1837, in dem Hansen schrieb, elf Planeten und drei Trabanten entdeckt worden sind.

Die mittlere Entfernung des Centrums der Sonne von der Erde ist nach Encke's nachträglicher Correction der Sonnen-Parallaxe (Abhandl. der Berl. Akad. 1835 S. 309) 20682000 geogr. Meilen, deren 15 auf einen Grad des Erd-Aequator's gehen, und deren jede nach Bessel's Untersuchung von zehn Gradmessungen (Kosmos Buch I. S. 84) genau 3807,23 Toisen oder $22843\frac{3}{100}$ Pariser Fuß zählt.

Das Licht braucht, um von der Sonne auf die Erde zu gelangen, d. i. um den Halbmesser der Erdbahn zu durchlaufen, nach den Aberrations-Beobachtungen von Struve 8' 17",78 (Kosmos Buch III. S. 426 und Anm. *): weshalb der wahre Ort der Sonne dem scheinbaren um 20",445 voraus ist.

Der scheinbare Durchmesser der Sonne in der mittleren Entfernung derselben von der Erde ist 32' 1",8: also nur 54",8 größer als die Mondscheibe in mittlerer Entfernung von uns. Im Perihel, wenn wir im Winter der Sonne am nächsten sind, hat sich der scheinbare Sonnen-Durchmesser vergrößert bis 32' 34",6; im Aphel, wenn wir im Sommer von der Sonne am fernsten sind, ist der scheinbare Sonnen-Durchmesser verkleinert bis 31' 30", 1.

*) Hansen in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 65-141.

Der wahre Durchmesser der Sonne ist 192700 geogr. Meilen, oder mehr denn 112mal größer als der Durchmesser der Erde.

Die Sonnenmasse ist nach Ende's Berechnung der Pendelformel von Sabine das 359551-fache der Erdmasse oder das 355499fache von Erde und Mond zusammen (vierte Abb. über den Cometen von Pons in den Schr. der Berl. Akad. 1842 S. 5); demnach ist die Dichtigkeit der Sonne nur ohngefähr $\frac{1}{4}$ (genauer 0,252) der Dichtigkeit der Erde.

Die Sonne hat an 600mal mehr Volum und nach Galle 738mal mehr Masse als alle Planeten zusammengenommen. Um gewissermaßen ein sinnliches Bild von der Größe des Sonnenkörpers zu entwerfen, hat man daran erinnert: daß, wenn man sich die Sonnenkugel ganz ausgehöhlt und die Erde im Centrum denkt, noch Raum für die Mondbahn sein würde, wenn auch die halbe Ase der Mondbahn um mehr als 40000 geogr. Meilen verlängert würde.

Die Sonne dreht sich in $25\frac{1}{2}$ Tagen um ihre Achse. Der Aequator ist um $7^{\circ}\frac{1}{2}$ gegen die Ekliptik geneigt. Nach Laugier's sehr sorgfältigen Beobachtungen (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XV. 1842 p. 941) ist die Rotationszeit $25\frac{34}{100}$ Tage (oder $25^{\text{h}} 8^{\text{m}} 9^{\text{s}}$) und die Neigung des Aequators $7^{\circ} 9'$.

Die Vermuthungen, zu denen die neuere Astronomie allmählig über die physische Beschaffenheit der Oberfläche der Sonne gelangt ist, gründen sich auf lange und sorgfältige Beobachtung der Veränderungen, welche in der selbstleuchtenden Scheibe vorgehen. Die Reihenfolge und der Zusammenhang dieser Veränderungen (der Entstehung der Sonnenflecken, des Verhältnisses der Kernflecke von tiefer Schwärze zu den sie umgebenden aschgrauen Höfen oder Penumbren) hat auf die Annahme geleitet: daß der Sonnenkörper selbst fast ganz dunkel, aber in einer großen Entfernung von einer Lichthülle umgeben sei; daß in der Lichthülle durch Strömungen von unten nach oben trichterförmige Oeffnungen entstehen, und daß der schwarze Kern der Flecken ein Theil des dunklen Sonnenkörpers selbst sei, welcher durch jene Oeffnung sichtbar werde. Um diese Erklärung, die wir hier nur vorläufig in größter Allgemeinheit geben, für das Einzelne der Erscheinungen auf der Sonnen-Oberfläche befriedigender zu machen, werden in dem gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft drei Umhüllungen der dunklen Sonnenkugel angenommen: zunächst eine innere, wolkenartige Dunsthülle; darüber die Lichthülle (Photosphäre); und über dieser (wie besonders die totale Sonnenfinsterniß vom 8. Juli 1842 erwiesen zu haben scheint) eine äußere Wolkenhülle, dunkel oder doch nur wenig erleuchtet *).

Wie glückliche Abndungen und Spiele der Phantasie (das griechische Alterthum ist voll von solchen, spät erfüllten Träumen), lange vor aller wirklichen Beobachtung, bisweilen den Keim richtiger Ansichten enthalten, so finden wir schon in der Mitte des 15ten Jahrhunderts in den Schriften des Cardinals Nicolaus von Cusa, im 2ten Buche de docta ignorantia, deutlich die Meinung ausgedrückt: daß der Sonnenkörper für sich nur „ein erdhafter Kern“ sei, der von einem Lichtreize wie von einer feinen Hülle umgeben werde; daß in der Mitte (zwischen dem dunklen Kern und der Lichthülle?) sich ein Gemisch

*) „D'après l'état actuel de nos connaissances astronomiques le Soleil se compose: 1° d'un globe central à peu près obscur; 2° d'une immense couche de nuages qui est suspendue à une certaine distance de ce globe et l'enveloppe de toutes parts; 3° d'une photosphère; en d'autres termes d'une sphère resplendissante qui enveloppe la couche nuageuse, comme celle-ci, à son tour, enveloppe le noyau obscur. L'éclipse totale du 8 juillet 1842 nous a mis sur la trace d'une troisième enveloppe, située au-dessus de la photosphère et formée de nuages obscurs ou faiblement lumineux. — Ce sont les nuages de la troisième enveloppe solaire, situés en appa-

rence, pendant l'éclipse totale, sur le contour de l'astre ou un peu en dehors, qui ont donné lieu à ces singulières proéminences rougeâtres qui en 1842 ont si vivement excité l'attention du monde savant.“ Arago in dem Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1846 p. 464 und 471. Auch Sir John Herschel in seinen 1849 erschienenen Outlines of Astronomy p. 234 § 395 nimmt an: „above the luminous surface of the Sun and the region, in which the spots reside, the existence of a gaseous atmosphere having a somewhat imperfect transparency.“

von wasserhaltigen Wolken und klarer Luft, gleich unserm Dunstkreise, befände; daß das Vermögen ein die Vegetation auf der Erde belebendes Licht auszustrahlen nicht dem erdigen Kern des Sonnenkörpers, sondern der Lichthülle, welche mit demselben verbunden ist, zugehöre. Diese, in der Geschichte der Astronomie bisher so wenig beachtete Ansicht der physischen Beschaffenheit des Sonnenkörpers hat viel *) Aehnlichkeit mit den jetzt herrschenden Meinungen.

Die Sonnenflecken selbst, wie ich früher in den Gesichts-Epochen der physischen Weltanschauung †) entwickelt, sind nicht von Galilei, Scheiner oder Harriot, sondern von Johann Fabricius, dem Ostfriesen, zuerst gesehen und in gedruckten Schriften beschrieben worden. Sowohl der Entdecker als auch Galilei, wie dessen Brief an den Principe Cesi (vom 25. Mai 1612) beweist, wußten, daß die Flecken dem Sonnenkörper selbst angehören; aber 10 und 20 Jahre später behaupteten fast zugleich ein Canonicus von Carlat, Jean Larde, und ein belgischer Jesuit, daß die Sonnenflecken Durchgänge kleiner Planeten wären. Der Eine nannte sie *Sidera Borbonica*, der Andere *Sidera Austriaca* ‡). Schei-

*) Es kommt zuerst darauf an die Stellen, auf welche ich mich im Texte beziehe und durch eine lehrreiche Schrift von Clemens (Giorbano Bruno und Nicolaus von Cusa 1847 S. 101) aufmerksamer geworden bin, in der Original-Sprache zu geben. Der Cardinal Nicolaus von Cusa (der Familien-Name war Kresspach b. i. Krebs), gebürtig aus Cues an der Mosel, sagt in dem 12ten Capitel des zweiten Buches von dem zu seiner Zeit so berühmten Tractate de docta ignorantia (Nicolaus de Cusa Opera ed. Basil. 1565 p. 39): „neque color nigredinis est argumentum vilitatis Terrae; nam in Sole si quis esset, non appareret illa claritas quae nobis: considerato enim corpore Solis, tunc habet quandam quasi terram centraliorem, et quandam luciditatem quasi ignem circumferentialem, et in medio quasi aequam nubem et aërem clariorem, quemadmodum terra ista sua elementa.“ Daneben steht: Paradoxa et Hypo; das letzte Wort soll also hier gewiß Traumereien (*invenia*) etwas Gewagtes bezeichnen. — In der langen Schrift: Exercitationes ex Sermonibus Cardinalis (Opera p. 579) finde ich wieder in einem Gleichniß: „Sicut in Sole considerari potest natura corporalis, et illa de se non est magnae virtutis (trotz der Massen-Anziehung oder Gravitation!) et non potest virtutem suam aliis corporibus communicare, quia non est radius. Et alia natura lucida illa unita, ita quod Sol ex unione utriusque naturae habet virtutem, quae sufficit huic sensibili mundo, ad vitam innovandam in vegetabilibus et animalibus, in elementis et mineralibus per suam indumentiam radiosam. Sic de Christo, qui est Sol iustitiae . . .“ Dr. Clemens glaubt, dies alles sei mehr als glückliche Abmähnung. Es scheint ihm, „schlechterdings unmöglich, daß ohne eine ziemlich genaue Beobachtung der Sonnenflecken, so wohl der dunklen Stellen in denselben als der Halb-schatten, Cusa sich an den angeführten Orten (*considerato corpore Solis*; in Sole considerari potest . . .) auf die Erfahrung hätte berufen können.“ Er vermuthet: „daß der Scharfblick des Philosophen der neuesten Wissenschaft in ihren Ergebnissen vorgegriffen, und daß auf seine Ansichten Entdeckungen eingewirkt haben mögen, die erst Späteren zugeschrieben zu werden pflegen.“ Es ist allerdings nicht bloß möglich, sondern sogar recht wahrscheinlich, daß in Gegenden, wo die Sonne mehrere Monate verschleiert ist, wie während der garus im Vitoral von Peru, selbst ungebildete Völker mit bloßen Augen Sonnenflecken gesehen haben; aber daß sie dieselben beachtet, beim Sonnendienst in ihre religiösen Mythen verflochten hätten, davon hat noch kein Reisender Kunde geben können. Die bloße und so seltene Erscheinung eines Sonnenflecks, mit unbewaffnetem Auge in der niedrig stehenden oder dünn verschleierten, dann weißen,

rothen, vielleicht grünlichen Sonnenröthe gesehen, würde selbst geübte Denker wohl nie auf die Vermuthung mehrerer Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers geführt haben. Wenn der Cardinal Cusa etwas von Sonnenflecken gewußt hätte, würde er gewiß nicht unterlassen haben, bei den vielen Vergleichen physischer und geistiger Dinge, zu denen er nur allzu geneigt ist, der maculae Solis zu erwähnen. Man erinnere sich nur des Aufstehens und bitteren Streites, welche im Anfang des 17ten Jahrhunderts, gleich nach Erfindung des Fernrohrs, die Entdeckungen von Joh. Fabricius und Galilei erregten. An die dunkel ausgeprägten astronomischen Vorstellungen des Cardinals, der 1464, also neun Jahre eher starb, als Copernicus geboren war, habe ich schon früher (Rosmos Buch II. S. 357 Anm. ††) erinnert. — Die merkwürdige Stelle: jam nobis manifestum est, terram in veritate moveri steht in lib. II cap. 12 de docta ignorantia. Nach Cusa ist in jedem Theile des Himmelsraumes Alles bewegt; wir finden keinen Stern, der nicht einen Kreis beschreibe. Terra non potest esse fixa, sed movetur ut alias stellae. Die Erde freist aber nicht um die Sonne, sondern Erde und Sonne freiten „um die ewig wechselnden Pole des Universum“. Cusa ist also kein Copernicaner, wie dies erst das so glücklich von Dr. Clemens im Hospital zu Cues aufgefunden, von des Cardinals eigener Hand 1444 gezeichnete Bruchstück erweist.

†) Rosmos Buch II. S. 365 und 366, und Anmerkungen.

‡) *Borbonica Sidera*, id est planetas qui Solis lumina circumvolvunt motu proprio et regulari, saltem haecenus ab helioscopis Maculae Solis nuncupati, ex novis observationibus Joannis Tarde 1620. — *Austriaca sidera* heliocyclia astronomice hypothetibus illigata opera Caroli Mulapertii Belgae Montensis e Societate Jesu 1633. Die letztere Schrift hat wenigstens das Verdienst, Beobachtungen von einer Reihe von Sonnenflecken zwischen 1618 und 1626 zu geben. Es sind aber dieselben Jahre, für welche Scheiner zu Rom eigene Beobachtungen in seiner *Rosa Ursina* veröffentlichte. Der Canonicus Larde glaubt schon darum an Durchgänge kleiner Planeten, weil das Weltauge, „l'oeil du Monde, ne peut avoir des ophtalmies!“ Es muß mit Recht Wunder nehmen, daß 20 Jahre nach Tarde und seinen borbonischen Trabanten der um die Beobachtungskunst so verdiente Gascogne (Rosmos Buch III. S. 416) noch die Sonnenflecken einer Conjunction vieler um den Sonnenkörper in großer Nähe freisender, fast durchsichender, planetarischer Körper zuschrieb. Mehrere derselben, gleichsam über einander gelegt, sollten schwarze Schattenbilder verursachen. (Philos. Transact. Vol. XXVII 1710–1712 p. 282–290, aus einem Briefe von William Crabtree vom August 1640.)

ner bediente sich zuerst bei Sonnen-Beobachtungen der, schon 70 Jahre früher von Apian (Wieneritz) im Astronomicum Caesareum vorgeschlagenen, auch von belgischen Piloten längst gebrauchten, blauen und grünen Blendgläser *), deren Nichtgebrauch viel zu Galilei's Erblindung beigetragen hat.

Die bestimmteste Aeußerung über die Nothwendigkeit der Annahme einer dunklen Sonnenkugel, welche von einer Lichthülle (Photosphäre) umgeben sei, finde ich, durch wirkliche Beobachtung, nach Entdeckung der Sonnenflecken, hervorgerufen, zuerst bei dem großen Dominicus Cassini †) etwa um das Jahr 1671. Nach ihm ist die Sonnenscheibe, die wir sehen, „ein Licht-Ocean, welcher den festen und dunklen Kern der Sonne umgiebt; gewaltsame Bewegungen (Aufwallungen), die in der Lichthülle vorgehen, lassen uns von Zeit zu Zeit die Verggipfel jenes lichtlosen Sonnenkörpers sehen. Das sind die schwarzen Kerne im Centrum der Sonnenflecken.“ Die aschfarbenen Höfe (Penumbren), von welchen die Kerne umgeben sind, blieben damals noch unerklärt.

Eine sinnreiche und seitdem vielfach bestätigte Beobachtung, welche Alexander Wilson, der Astronom von Glasgow, an einem großen Sonnenfleck den 22. Nov. 1769 machte, leitete ihn auf die Erklärung der Höfe. Wilson entdeckte, daß, so wie ein Flecken sich gegen den Sonnenrand hinbewegt, die Penumbra nach der gegen das Centrum der Sonne gefehrten Seite in Vergleich mit der entgegengesetzten Seite allmählig schmaler und schmaler wird. Der Beobachter schloß sehr richtig ‡) aus diesen Dimensions-Verhältnissen im Jahr 1774, daß der Kern des Fleckens (der durch die trichterförmige Excavation in der Lichthülle sichtbar werdende Theil des dunklen Sonnenkörpers) tiefer liege als die Penumbra, und daß diese von den abhängigen Seitenwänden des Trichters gebildet werde. Diese Erklärungsweise beantwortete aber noch nicht die Frage, warum die Höfe am lichtesten nahe bei dem Kernfleck sind?

In seinen „Gedanken über die Natur der Sonne und die Entstehung ihrer Flecken“ entwickelte, ohne Wilson's frühere Abhandlung zu kennen, unser Berliner Astronom Vobe mit der ihm eigenthümlichen populären Klarheit ganz ähnliche Ideen. Er hat dazu das Verdienst gehabt, die Erklärung der Penumbra dadurch zu erleichtern, daß er, fast wie in den Abhandlungen des Cardinals Nicolaus von Cusa, zwischen der Photosphäre und dem dunklen Sonnenkörper noch eine wolkige Dunstschicht annahm. Diese Hypothese von zwei Schichten führt zu folgenden Schlüssen: Entsteht in weniger häufigen Fällen in der Photosphäre allein eine Oeffnung und nicht zugleich in der trüben unteren, von der Photosphäre sparsam erleuchteten Dunstschicht; so reflectirt diese ein sehr gemäßigtes Licht gegen den Erdbewohner, und es entsteht eine graue Penumbra, ein bloßer Hof ohne Kern. Erstreckt sich aber, bei stürmischen meteorologischen Processen an der Oberfläche des Sonnenkörpers, die Oeffnung durch beide Schichten (durch die Licht- und die Wolkenhülle) zugleich; so erscheint in der aschfarbigen Penumbra ein Kernfleck: „welcher mehr oder weniger Schwärze zeigt, je nachdem die Oeffnung in der Oberfläche des Sonnenkörpers sandiges oder felsiges Erd-

*) *Arago sur les moyens d'observer les taches solaires*, im *Annuaire pour l'an 1842* p. 476-479. (De la m ère, *Hist. de l'Astronomie du moyen âge* p. 394, wie *Hist. de l'Astr. moderne* T. I. p. 681.)

†) *Mémoires pour servir à l'Histoire des Sciences* par Mr. le Comte de Cassini 1810 p. 242; *De la m ère, Hist. de l'Astr. mod.* T. II. p. 694. Obgleich Cassini schon 1671 und La Hire 1700 den Sonnenkörper für dunkel erklärt hatten, fährt man fort, in schätzbaren astronomischen Lehrbüchern die erste Idee dieser Hypothese dem verdienstvollen Kalande zuzuschreiben. Kalande, in der Ausgabe seiner *Astronomie* von 1792, T. III. § 3240, wie in der ersten von 1764 T. II. § 2515, bleibt bloß der alten Meinung von La Hire getreu, der Meinung: que les taches sont les éminences de la masse solide et opaque du Soleil, recou-

verte communément (en entier) par le fluide igné. Zwischen 1769 und 1774 hat Alexander Wilson die erste richtige Ansicht einer trichterförmigen Oeffnung in der Photosphäre gehabt.

‡) Alexander Wilson, *Observ. on the Solar Spots* in den *Philos. Transact.* Vol. LXIV. 1774 Part I. p. 6-13, Tab. I. „I found that the Umbra, which before was equally broad all round the nucleus, appeared much contracted on that part which lay towards the centre of the disc, whilst the other parts of it remained nearly of the former dimensions. I perceived that the shady zone or umbra, which surrounded the nucleus, might be nothing else but the shelving sides of the luminous matter of the sun.“ Vergl. auch Arago im *Annuaire pour 1842* p. 366.

reich, oder Meere trifft! *). Der Hof, welcher den Kern umgiebt, ist wieder ein Theil der äußeren Oberfläche der Dunstschicht; und da diese wegen der Trichterform der ganzen Excavation weniger geöffnet ist als die Photosphäre, so erklärt der Weg der Lichtstrahlen, welche, zu beiden Seiten, an den Rändern der unterbrochenen Hüllen hinstreifen und zu dem Auge des Beobachters gelangen, die von Wilson zuerst aufgefundenen Verschiedenheit in den gegenüberstehenden Breiten der Penumbra, je nachdem der Kernfleck sich von dem Centrum der Sonnenscheibe entfernt. Wenn, wie Laugier mehrmals bemerkt hat, sich der Hof über den schwarzen Kernfleck selbst binzieht und dieser gänzlich verschwindet, so ist die Ursach davon die, daß nicht die Photosphäre, aber wohl die Dunstschicht unter derselben ihre Deffnung geschlossen hat.

Ein Sonnenfleck, der im Jahr 1779 mit bloßen Augen sichtbar war, leitete glücklicherweise William Herschel's gleich geniale Beobachtungs- und Combinationsgabe auf den Gegenstand, welcher uns hier beschäftigt. Wir besitzen die Resultate seiner großen Arbeit, die das Einzelne in einer sehr bestimmten, von ihm festgesetzten Nomenclatur behandelt, in zwei Jahrgängen der Philosophical Transactions, von 1795 und 1801. Wie gewöhnlich, geht der große Mann auch hier wieder seinen eigenen Weg; er nennt bloß einmal Alexander Wilson. Das Allgemeine der Ansicht ist identisch mit der von Bode, seine Construction der Sichtbarkeit und Dimensionen des Kernes und der Penumbra (Phil. Transact. 1801 p. 270 und 318, Tab. XVIII fig. 2) gründet sich auf die Annahme einer Deffnung in zwei Umbüllungen; aber zwischen der Dunsthülle und dem dunklen Sonnenkörper setzt er noch (p. 302) eine helle Luft-Atmosphäre (clear and transparent), in welcher die dunklen oder wenigstens nur durch Reflex schwach erleuchteten Wolken etwa 70 bis 80 geogr. Meilen hoch hängen. Eigentlich scheint William Herschel geneigt auch die Photosphäre nur als eine Schicht unzusammenhängender phosphorischer Wolken von sehr rauher (ungleicher) Oberfläche zu betrachten. „Ein elastisches Fluidum unbekannter Natur scheint ihm aus der Rinde oder von der Oberfläche des dunklen Sonnenkörpers aufzusteigen, und in den höchsten Regionen bei einer schwachen Wirkung nur kleine Lichtporen, bei heftiger, stürmischer Wirkung große Deffnungen und mit ihnen Kernflecken, die von Höfen (shallows) umgeben sind, zu erzeugen.

Die, selten runden, fast immer eingerissen edigen, durch einspringende Winkel charakterisirten, schwarzen Kernflecken sind oft von Höfen umgeben, welche dieselbe Figur in vergrößertem Maaßstabe wiederholen. Es ist kein Uebergang der Farbe des Kernfleckens in den Hof, oder des Hofes, welcher bisweilen fastrig ist, in die Photosphäre bemerkbar. Sapocci und ein sehr fleißiger Beobachter, Pastorff (zu Buchholz in der Mark), haben die edigen Formen der Kerne sehr genau abgebildet (Schum. Astr. Nachr. No. 115 S. 316, No. 133 S. 291 und No. 144 S. 471). William Herschel und Schwabe sahen die Kernflecken durch glänzende Lichtadern, ja wie durch Lichtbrücken (luminous bridges) getheilt; Phänomene wolkenartiger Natur aus der zweiten, die Höfe erzeugenden Schicht. Solche sonderbaren Gestaltungen, wahrscheinlich Folgen aufsteigender Ströme, die tumultuarischen Entstehungen von Flecken, Sonnenfackeln, Furchen und hervorragenden Streifen (Rämen von Lichtwellen) deuten nach dem Astronomen von Slough auf starke Licht-Entbindung; dagegen deutet nach ihm „Abwesenheit von Sonnenflecken und der sie begleitenden Erscheinungen auf Schwäche der Combustion, und daher minder wohlthätige Wirkung auf die Temperatur unseres Planeten und das Gedeihen der Vegetation.“ Durch diese Abndungen wurde William Herschel zu dem Versuche geleitet, die Abwesenheit von Sonnenflecken in den Jahren 1676—1684 (nach Flamsteed), von 1686—1688 (nach Dominicus Cassini), von 1695—1700, von 1795—1800 mit den Kornpreisen und den

*) Bode in den Beschäftigungen der Berlinischen Gesellschaft Naturforschender Freunde Bd. II. 1776 S. 237—241 und 249.

Klagen über schlechte Erndten zu vergleichen *). Leider! wird es aber immer an der Kenntniß numerischer Elemente fehlen, auf welche sich auch nur eine muthmaßliche Lösung eines solchen Problems gründen könnte: nicht etwa bloß, wie der immer so umsichtige Astronom selbst bemerkt, weil die Kornpreise in einem Theile von Europa nicht den Maasstab für den Vegetations-Zustand des ganzen Continents abgeben können; sondern vorzüglich weil aus der Verminderung der mittleren Jahres-Temperatur, sollte sie auch ganz Europa umfassen, sich keinesweges auf eine geringere Quantität Wärme schließen läßt, welche in demselben Jahre der Erdkörper von der Sonne empfangen hat. Aus Dove's Untersuchungen über die nicht periodischen Temperatur-Veränderungen ergibt sich, daß Witterungs-Verhältnisse stets seitlich (zwischen fast gleichen Breitenkreisen) neben einander liegen. Unser Continent und der gemäßigte Theil von Nordamerika bilden in der Regel solch einen Gegenjaß. Wenn wir hier strenge Winter erleiden, so sind sie dort milde, und umgekehrt: — Compensationen in der räumlichen Wärme-Vertheilung, welche da, wo nahe oceanische Verbindungen statt finden, wegen des unbestreitbaren Einflusses der mittleren Quantität der Sommerwärme auf den Vegetations-Cyclus und demnach auf das Gedeihen der Cerealien, von den wohlthätigsten Folgen für die Menschheit sind.

Wie William Herschel der Thätigkeit des Centralkörpers, dem Proceß, dessen Folgen die Sonnenflecken sind, eine Zunahme der Wärme auf dem Erdkörper zuschrieb, so hatte fast drittehalb Jahrhundert früher Batista Valtani in einem Briefe an Galilei die Sonnenflecken als erkältende Potenzen geschildert †). Diesem Resultate würde sich auch nähern der Versuch, welchen der fleißige Astronom Gautier ‡) in Genf gemacht hatte, vier Perioden von vielen und wenigen Flecken auf der Sonnenscheibe (von 1827—1843) mit den mittleren Temperaturen zu vergleichen, welche 33 europäische und 29 amerikanische Stationen ähnlicher Breiten darboten. Es offenbaren in dieser Vergleichung sich wieder, durch positive und negative Unterschiede ausgedrückt, die Gegenjaße der einander gegenüberstehenden atlantischen Küsten. Die Endresultate geben aber für die erkältende Kraft, die hier den Sonnenflecken zugeschrieben wird, kaum 0°, 42 Cent., welche selbst für die bezeichneten Localitäten den Fehlern der Beobachtung und den Windrichtungen eben so gut als den Sonnenflecken zuzuschreiben sein können.

Es bleibt uns übrig, noch von einer dritten Umhüllung der Sonne zu reden, deren wir schon oben erwähnt. Sie ist die äußerste von allen, bedeckt die Photosphäre (die selbstleuchtende Lichthülle), und ist wolfig und unvollkommen durchscheinend. Merkwürdige Phänomene, röthliche, berg- oder flammenartige Gestalten, welche während der totalen Sonnenfinsterniß vom 8. Juli 1842, wenn auch nicht zum ersten Male, doch viel deutlicher, und gleichzeitig von mehreren der geübtesten Beobachter gesehen wurden, haben zu der Annahme einer solchen dritten Hülle geführt. Arago hat mit großem Scharfsinn, nach gründlicher Prüfung der einzelnen Beobachtungen, in einer eigenen Abhandlung ||) die Motive aufgezählt, welche diese Annahme nothwendig machen. Er hat gleichzeitig erwiesen, daß seit 1706 in totalen oder ringförmigen Sonnenfinsternissen bereits 8mal ähnliche rothe randartige Hervorragungen beschrieben worden sind ¶). Am 8. Juli 1842 sah man, als die scheinbar größere Mondscheibe die Sonne ganz bedeckte, nicht bloß einen weiß-

*) William Herschel in den Philosophical Transactions of the Royal Society for 1801 Part 2 p. 310—316.

†) Ein officiellcs Zusammenstellen von Korntheuerung und vtelmonatlcher Verbunkelung der Sonnenscheibe wird in den historischen Fragmenten des älteren Cato erwähnt. Luminis caligo und defectus Solis deutet bei römischen Schriftstellern, z. B. in Erzählungen über die lange Verleickung der Sonne nach dem Tode des Cäsar, keinesweges immer auf eine Sonnenfinsterniß. So findet sich bei Aulus Gellius in Noot. Att. II, 28: „Verba Catonis in Originum

quarto haec sunt: non libet seriore, quod in tabula apud Pontificem maximum est, quotiens anno cara, quotiens lunae an solis lumini caligo, aut quid obstiterit."

‡) Gautier, Recherches relatives à l'influence que le nombre des taches solaires exerce sur les températures terrestres, in der Bibliothèque Universelle de Genève, Nouv. Série T. LI. 1844 p. 327—335.

||) Arago im Annuaire pour 1846 p. 271—438.

¶) A. a. D. p. 440—447.

lichen*) Schein als Krone oder leuchtenden Kranz die Mondscheibe umgeben; man sah auch, wie auf ihrem Rande wurzelnd, zwei oder drei Erhöhungen: welche einige der Beobachter mit röthlichen, zackigen Bergen; andere mit gerötheten Eismassen; noch andere mit unbeweglichen, gezackten, rothen Flammen verglichen. Arago, Laugier und Mauvais in Perpignan, Petit in Montpellier, Miry auf der Superga, Schumacher in Wien und viele andere Astronomen stimmten in den Hauptzügen der Endresultate, trotz der großen Verschiedenheit der angewandten Fernröhre, vollkommen mit einander überein. Die Erhöhungen erschienen nicht immer gleichzeitig; an einigen Orten werden sie sogar mit dem unbewaffneten Auge erkannt. Die Schätzung der Höhenwinkel fiel allerdings verschieden aus; die sicherste ist wohl die von Petit, dem Director der Sternwarte zu Toulouse. Sie war $1' 45''$; und würde, wenn die Erhabenheiten wirkliche Sonnenberge wären, Höhen von 10000 geogr. Meilen geben; das ist fast siebenmal der Durchmesser der Erde, während dieser nur 112mal im Durchmesser der Sonne enthalten ist. Die Gesamtzahl der discutirten Erscheinungen hat zu der sehr wahrscheinlichen Hypothese geführt: daß jene rothen Gestalten Aufwallungen in der dritten Hülle sind; Wolkenmassen, welche die Photosphäre erleuchtet†) und färbt. Arago, indem er diese Hypothese aufstellt, äußert zugleich die Vermuthung, daß das tiefe Dunkel des blauen Himmels, welches ich selbst auf den höchsten Cordilleren mit den, freilich noch bis jetzt so unvollkommenen Instrumenten gemessen, bequem Gelegenheit darbieten könne, jene bergartigen Wolken des äußersten Dunstkreises der Sonne häufig zu beobachten‡).

Wenn man die Zone betrachtet, in welcher die Sonnenflecken am gewöhnlichsten gefunden werden (es beschreiben dieselben bloß am 8. Juni und 9. December gerade, und dazu unter sich und dem Sonnen-Aequator parallele, nicht concav oder convex gekrümmte Linien auf der Sonnenscheibe); so ist es gleich charakteristisch, daß sie selten in der Aequatorial-Gegend von 3° nördlicher bis 3° südlicher Breite gesehen werden, ja in der Polargegend gänzlich fehlen. Sie sind im ganzen am häufigsten zwischen 11° und 15° nördlich vom Aequator; und überhaupt in der nördlichen Hemisphäre häufiger oder, wie Sommering will, dort ferner vom Aequator zu sehen als in der südlichen Hemisphäre (Outlines § 393, Capreife p. 433). Schon Galilei bestimmte als äußerste Grenzen nördlicher und südlicher heliocentrischer Breite 29° . Sir John Herschel erweitert diese Grenzen bis 35° ; eben so Schwabe (Schum. Astr. Nachr. No. 473). Einzelne Flecken hat Laugier (Comptes rendus T. XV. p. 944) bis 41° , Schwabe bis 50° aufgefunden. Zu den größten Seltenheiten gehört ein Flecken, welchen La Hire unter 70° nördl. Breite beschreibt.

Die eben entwickelte Vertheilung der Flecken auf der Sonnenscheibe, ihre Seltenheit unter dem Aequator selbst und in der Polargegend, ihre Reihung parallel dem Aequator haben Sir John Herschel zu der Vermuthung veranlaßt, daß Hindernisse, welche die dritte, dunstförmige, äußerste Umhüllung an einigen Punkten der Entweichung der

*) Das ist der weißliche Schein, welcher auch in der Sonnenfinsterniß vom 15. Mai 1836 gesehen ward und von welchem schon damals der große Königsberger Astronom sehr richtig sagte: „daß, als die Mondscheibe die Sonne ganz verdeckte, noch ein leuchtender Ring der Sonnen-Atmosphäre übrig blieb.“ (Bessel in Schum. Astr. Nachr. No. 320.)

†) „Si nous examinons de plus près l'explication d'après laquelle les protubérances rougeâtres seraient assimilées à des nuages (de la troisième enveloppe), nous ne trouverions aucun principe de physique qui nous empêchât d'admettre que des masses nuageuses de 25 à 30000 lieues de long flottent dans l'atmosphère du Soleil; que ces masses, comme certains nuages de l'atmosphère terrestre, ont des contours arrêtés, qu'elles affectent, çà et là, des formes très tourmentées, même des formes en surplomb; que la lumière solaire (la photosphère)

les colore en rouge. — Si cette troisième enveloppe existe, elle donnera peut-être la clef de quelques-unes des grandes et déplorables anomalies que l'on remarque dans le cours des saisons.“ (Arago im Annuaire pour 1846 p. 460 und 467.)

‡) „Tout ce qui affaiblira sensiblement l'intensité éclairante de la portion de l'atmosphère terrestre qui paraît entourer et toucher le contour circulaire du Soleil, pourra contribuer à rendre les protubérances rougeâtres visibles. Il est donc permis d'espérer qu'un astronome exercé, établi au sommet d'une très haute montagne, pourrait y observer régulièrement les nuages de la troisième enveloppe solaire, situés, en apparence, sur le contour de l'astre ou un peu en dehors; déterminer ce qu'ils ont de permanent et de variable, noter les périodes de disparition et de réapparition . . .“ Arago a. a. O. p. 471.

Wärme entgegensehen kann, Strömungen in der Sonnen-Atmosphäre von den Polen zum Aequator erzeugen: denen ähnlich, welche auf der Erde, wegen der Geschwindigkeits-Verschiedenheit unter jedem der Parallelkreise, die Ursach der Passatwinde und der Windstillen nahe am Aequator sind. Einzelne Flecken zeigen sich so permanent, daß sie, wie der große von 1779, sechs volle Monate lang immer wiederkehren. Schwabe hat dieselbe Gruppe 1840 achtmal verfolgt können. Ein schwarzer Kernfleck, welcher in der, von mir so viel benutzten Caprice von Sir John Herschel abgebildet ist, wurde durch genaue Messung so groß gefunden, daß, wenn unser ganzer Erdball durch die Deffnung der Photosphäre wäre geworfen worden, noch auf jeder Seite ein freier Raum von mehr als 230 geogr. Meilen übrig geblieben wäre. Sömmering macht darauf aufmerksam, daß es an der Sonne gewisse Meridian-Streifen giebt, in denen er viele Jahre lang nie einen Sonnenfleck hat entstehen sehen (*Chilo de Solis maculis a Sömmeringio observatis* 1828 p. 22). Die so verschiedenen Angaben der Umlaufszeit der Sonne sind keinesweges der Ungenauigkeit der Beobachtung allein zuzuschreiben; sie rühren von der Eigenschaft einiger Flecken her, selbst ihren Ort auf der Scheibe zu verändern. Laugier hat diesem Gegenstand eine specielle Untersuchung gewidmet, und Flecken beobachtet, welche einzeln Rotationen von $24^{\frac{1}{2}}$ 28 und $26^{\frac{1}{2}}$ 46 geben würden. Unsere Kenntniß von der wirklichen Rotationszeit der Sonne kann daher nur als das Mittel aus einer großen Zahl von beobachteten Flecken gelten, welche durch Permanenz der Gestalt und durch Unveränderlichkeit des Abstandes von andern, gleichzeitigen Flecken Sicherheit gewähren.

Ogleich für den, welcher unbewaffneten Auges mit Absicht die Sonnenscheibe durchspäht, viel öfter deutlich Sonnenflecken erkennbar werden, als man gewöhnlich glaubt; so findet man doch bei sorgfältiger Prüfung zwischen den Anfängen des 9ten und des 17ten Jahrhunderts kaum zwei bis drei Erscheinungen aufgezeichnet, welchen man Vertrauen schenken kann. Ich rechne dahin: aus den, zuerst einem Astronomen aus dem Benedictiner-Orden, später dem Eginhard zugeschriebenen Annalen der fränkischen Könige, den sogenannten achttägigen Aufenthalt des Merkur in der Sonnenscheibe im Jahr 807; den 91 Tage dauernden Durchgang der Venus durch die Sonne unter dem Chalifen Al-Motafsem im Jahr 840; die Signa in Sole im Jahr 1096 nach Staindellii Chronicon. Die Epochen von räthselhaften geschichtlichen Verdunkelungen der Sonne oder, wie man sich genauer ausdrücken sollte, von mehr oder weniger lange dauernder Verminderung der Tageshelle, haben mich seit Jahren, als meteorologische oder vielleicht kosmische Erscheinungen, zu speciellen Untersuchungen *) veranlaßt. Da große Züge von Sonnenflecken (Hévelius

*) Wenn es auch nicht zu läugnen ist, daß bei Griechen und Römern einzelne Individuen mit bloßem Auge große Sonnenflecken gesehen haben mögen, so scheint es doch gewiß, daß solche vereinzelte Beobachtungen nie griechische und römische Schriftsteller in den auf uns gekommenen Werken veranlaßt haben, der Erscheinung zu erwähnen. Die Stellen des Theophrast de Signis IV, 1 p. 797, des Aratus Diogen. v. 90–92 und Proclus Paraphr. II, 14, in welchen Zeller, der Sohn (Meteorol. Veterum p. 291 und Commentar zu Aristot. Meteor. T. I. p. 374), Bezeichnung von Sonnenflecken zu finden glaubte, besagen bloß: daß die Sonnenscheibe, die gutes Wetter bedeute, keine Verschiedenheit auf der Oberfläche, nichts bezeichnendes (*ἀνδρὶ τὸν οὐρανὸν* *ἐπέω*), sondern völlige Gleichartigkeit zeige. Das *σῆμα*, die scheinige Oberfläche, wird dazu ausdrücklich leichtem Gewölk, dem atmosphärischen Dunststreife (der Scholast des Aratus sagt: der Dichte der Luft) zugeschrieben; daher ist auch immer von Morgen- und Abendsonne die Rede: weil deren Scheiben, unabhängig von allen wirklichen Sonnenflecken, als Diaphanometer, noch gegenwärtig den Ackerbauer wie den Seemann, nach einem alten, nicht zu verachtenden Glauben, über nahe bevorstehende Wetterveränderungen belehren. Die Son-

nen Scheibe am Horizont giebt Aufschlüsse über den Zustand der unteren, der Erdoberfläche näheren Luftschichten. — Von den im Text bezeichneten, dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sonnenflecken, welche man in den Jahren 807 und 840 fälschlich für Durchgänge des Merkur und der Venus gehalten hat, ist der erstere aufgeführt in der großen bibliothischen Sammlung von Justinus Reuberus, Veteros Scriptorum (1720) und zwar in der Abtheilung: *Annales Regum Francorum Pipini, Karoli Magni et Ludovici a quodam ejus aetatis Astronomo, Ludovici regis domestico, conscripti*, p. 58. Für den Verfasser dieser Annalen wurde zuerst ein Benedictiner-Mönch (p. 28), später und mit Recht der berühmte Eginhard (Eginhard, Carl des Großen Geheimschreiber) gehalten; s. *Annales Einhardi in Verß, Monumenta Germaniae historica*, Script. T. I. p. 194. Die Stelle heißt: „DCCCVII. stella Mercurii XVI kal. April. visa est in Sole qualis parva macula nigra, paululum superius medio centro ejusdem sideris, quae a nobis octo dies conspiciata est: sed quando primum intravit vel exivit, nubibus impeditibus minime notare potuimus.“ — Den von den arabischen Astronomen erwähnten sogenannten Durchgang der Venus führt Simon Assa-

beobachtete dergleichen am 20. Juli 1648, welche den dritten Theil der Scheibe bedeckten) immer von vielen Sonnenfackeln begleitet sind, so bin ich wenig geneigt jene Verdun-

manus in der Einleitung zum *Globus caelestis* Casico-Arabicus Velierni Musei Borgiani 1790 p. XXXVIII auf: „Anno Hegyrae 225 regnante Al-mootasemo Chalifa visa est in sole prope medium nigra quaedam macula, idque feria tertia die decima nona Mensis Regobi. . .“ Man hielt sie für den Planeten Venus, und glaubte dieselbe macula nigra (also wohl mit Unterbrechungen von 12–13 Tagen?) 91 Tage lang gesehen zu haben. Bald darauf sei Notassem gestorben. — Von den geschichtlichen (der populären Tradition entnommenen) Nachrichten über plötzlich eintretende Abnahme der Tageshelle will ich aus den vielen von mir gesammelten Thatfachen hier folgende 17 Beispiele anführen:

45 vor Chr. Geb.: bei dem Tode des Julius Cäsar, nach welchem ein ganzes Jahr lang die Sonne bleich und minder wärmend war, weshalb die Luft düst, kalt und trübe blieb und die Früchte nicht gediehen; Plutarch in *Jul. Caes.* cap. 87, *Dio Cass.* XLIV, *Virg. Georg.* I, 466.

33 nach Chr. Geb.: Todesjahr des Erlösers. „Von der sechsten Stunde an war eine Finsterniß über das ganze Land bis zu der neunten Stunde“ (*Ev. Matthäi* Cap. 27 v. 45). Nach dem *Ev. Lucä* Cap. 23 v. 45 „verlor die Sonne ihren Schein“. Eusebius führt zur Erklärung und Bestätigung eine Sonnenfinsterniß der 20ten Olympiade an, deren ein Chronistreiber, Phlegon von Tralles, erwähnt hatte (*Jdeler*, *Handbuch der mathem. Chronologie* Bd. II. S. 417). Wurm hat aber gezeigt, daß die dieser Olympiade zugehörige und in ganz Kleinasien sichtbare Sonnenfinsterniß schon am 24. Nov. des Jahres 29 nach Chr. Geb. statt hatte. Der Todestag fiel mit dem jüdischen Passahmahl zusammen (*Jdeler* Bd. I. S. 515–520), am 14. Nisan, und das Passah wurde immer zur Zeit des Vollmonds gefeiert. Die Sonne kann daher nicht durch den Mond 3 Stunden lang verfinstert worden sein. Der Jesuit Scheiner glaubte die Abnahme des Lichts einem Zuge großer Sonnenflecken zuschreiben zu können.

358 am 22. Aug. zweistündige Verfinsternung vor dem furchtbaren Erdbeben von Nicomedia, das auch viele andere Städte in Macedonien und am Pontus zerstörte. Die Dunkelheit dauerte 2 bis 3 Stunden: nec contigua vel adposita cernebantur. *Ammian. Marcell.* XVII, 7.

360 In allen östlichen Provinzen des römischen Reichs (per Boos tractus) war caligo a primo Anurae exortu adque meridiem, *Ammian. Marcell.* XX, 3; aber Sterne leuchteten: also wohl weder Aschenregen noch, bei der langen Dauer des Phänomens, Wirkung einer totalen Sonnenfinsterniß, der es der Geschichtschreiber beimißt. Cum lux coelestis operiretur, e mundi conspectu penitus luce abrepta, defecisse diutius solem pavidae mentes hominum aestimabant: primo attenuatum in lunae corniculantis effigiem, deinde in speciem auctum semenstem, posteaque in integrum restitutum. Quod alias non evenit ita perspicue, nisi cum post inaequales cursus intermenstruum lunae ad idem revocatur. Die Beschreibung ist ganz die einer wirklichen Sonnenfinsterniß; aber die Dauer und caligo in allen östlichen Provinzen?

409, als Alarich vor Rom erdient: Verdunkelung, so daß Sterne bei Tage gesehen wurden; *Schnurrer*, *Chronik der Gothen* Th. I. S. 113.

536. Justinianus I Caesar imperavit ann. s. triginta octo (527 bis 565). Anno imperii nono deliquit lucis passus est Sol, quod annum inte-

grum et duos amplius menses duravit, adeo ut parum admodum de luce ipsius appareret; dixeruntque homines Soli aliquod accidisse, quod nunquam ab eo recederet. *Gregorius Abul-Faragius*, *Supplementum Historiae Dynastiarum*, ed. Edw. Pocock 1663 p. 94. Ein Phänomen, dem von 1783 sehr ähnlich, für das man wohl einen Namen (*Söbhenrauch*), aber in vielen Fällen keine befriedigende Erklärung hat.

567. Justinus II annos 13 imperavit (565–578). Anno imperii ipsius secundo apparuit in coelo ignis flammas juxta polam arcticam qui annum integrum permansit; obtuleruntque tenebrae mundum ab hora diei nona noctem usque, adeo ut nemo quicquam videret; deciditque ex aëre quoddam pulveri minuto et cineri simile. *Abul-Farag.* I. c. p. 95. Erst ein Jahr lang wie ein perpetueller Nebel (ein magnitudines Gewitter), dann Finsterniß und fallender Vassatstaub?

626, wieder nach *Abul-Farag.* (*Hist. Dynast.* p. 94 und 99), acht Monate lang die halbe Sonnenscheibe verfinstert geblieben.

733. Ein Jahr nachdem die Araber durch die Schlacht bei Tours über die Franken zurückgebrängt worden, ward die Sonne am 19. August auf eine schredenerregende Weise verdunkelt. *Schnurrer*, *Chron.* Th. I. S. 164.

807 ein Sonnenfleck, welchen man für den Merkur hielt; *Reuber*, *Vet. Script.* p. 58; s. oben S. 534.

840 vom 28. Mai bis 26. Aug. (Assemani rechnet auf fallenderweise Mai 839) der sogenannte Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe; s. oben S. 531. (Der Chalif Al-Mutassem regierte von 834 bis 841, wo Harun el-Watuf, der neunte Chalif, ihm folgte.)

924. In der schätzbaren Historia de Portugal von *Faria y Sousa* 1730 p. 147 finde ich: „En Portugal se vio sin luz la tierra por dos meses. Avia el Sol perdido su splendor.“ Dann öffnete sich der Himmel por fractura mit vielen Wigen, und man hatte plötzlich den vollen Sonnenschein.

1091 am 21sten September eine Verdunkelung der Sonne, welche drei Stunden dauerte; nach der Verdunkelung blieb der Sonnenscheibe eine eigene Färbung. „Fuit eclipsis Solis 11. Kal. Octob. fere tres horas: Sol circa meridiem dire nigrescebat.“ *Martin Crusius*, *Annales Sre-vici*, Francof. 1595, T. I. p. 279; *Schnurrer* Th. I. S. 219.

1096 am 3. März Sonnenfleck, mit unbewaffnetem Auge erkannt: Signum in Sole apparuit V. Non. Martii feria secunda incipientis quadragesimae. *Joh. Staindelii*, *presbyteri Pataviensis*, *Chronicon generale*, in *Oesellii Rerum Boica-rum Scriptores* T. I. 1763 p. 485.

1206 am letzten Tage des Februars nach Joaquin de Villalba (*Epidemiologia española* Madr. 1803 T. I. p. 30) vollkommene Dunkelheit während 6 Stunden: el dia ultimo del mes de Febrero hubo un eclipse de sol que duró sein horas con tanta obscuridad como si fuera media noche. Siguiéron a este fenomeno abundantes y continuas lluvias. — Ein fast ähnliches Phänomen wird für Junius 1191 angeführt von *Schnurrer* Th. I. S. 268 und 265.

1241 fünf Monate nach der Mongolenschlacht bei Kien-nig: obscuratus est Sol (in quibusdam locis) et factae sunt tenebrae, ita ut stellae viderentur in coelo, circa festum S. Michaelis hora

telungen, bei denen zum Theil Sterne, wie in totalen Sonnensfinsternissen, sichtbar wurden, den Kernflecken zuzuschreiben.

Die Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annalisten Kunde geben, können, glaube ich, schon ihrer vielstündigen Dauer wegen (nach Du Séjour's Berechnung ist die längste mögliche Dauer einer totalen Verfinsternung der Sonne für den Aequator $7' 58''$, für die Breite von Paris nur $6' 10''$), möglicherweise in drei ganz verschiedenen Ursachen begründet sein: 1) in dem gestörten Proceß der Licht-Entbindung, gleichsam in einer minderen Intensität der Photosphäre; 2) in Hindernissen (größerer und dichteror Wolkenbildung), welche die äußerste, opake Dunsthülle, die, welche die Photosphäre umgiebt, der Licht- und Wärmestrahlung der Sonne entgegensetzt; 3) in der Verunreinigung unserer Atmosphäre: wie durch verdunkelnden, meist organischen, Passatstaub, durch Tintenregen oder mehrtägigen, von Macgowan beschriebenen chineischen Sandregen. Die zweite und dritte der genannten Ursachen erfordern keine Schwächung des, vielleicht electro-magnetischen Lichtprocesses (des perpetuirlichen Polarlichtes*) in der Sonnen-Atmosphäre; die letzte Ursach schließt aber das Sichtbar-Werden von Sternen am Mittag aus, von dem so oft bei jenen räthselhaften, nicht umständlich genug beschriebenen Verfinsternungen die Rede ist.

Aber nicht bloß die Existenz der dritten und äußersten Umhüllung der Sonne, sondern die Vermuthungen über die ganze physische Constitution des Centralkörpers unseres Planetensystems werden bekräftigt durch Arago's Entdeckung der chromatischen Polarisation. „Ein Lichtstrahl, welcher viele Millionen Meilen weit aus den fernsten Himmelsräumen zu unserem Auge gelangt, verkündigt im Polariscope gleichsam von selbst, ob er reflectirt oder gebrochen sei; ob er von einem festen, von einem tropfbar-flüssigen oder von einem gasförmigen Körper emantirt: er verkündigt sogar den Grad seiner Intensität.“ (Kosmos Buch I. S. 22, Buch II. S. 370.) Es ist wesentlich zu unterscheiden zwischen dem natürlichen Lichte, wie es unmittelbar (direct) der Sonne, den Fixsternen oder Gasflammen entströmt und durch Reflexion von einer Glasplatte unter einem Winkel von $35^{\circ} 25'$ polarisirt wird; und zwischen dem polarisirten Lichte, das als solches gewisse Substanzen (glühende, sowohl feste als tropfbar-flüssige Körper) von selbst ausstrahlen. Das polarisirte Licht, welches die eben genannten Classen von Körpern geben, kommt sehr wahrscheinlich aus ihrem Inneren. Indem es aus einem dichteren Körper in die dünnen umgebenden Luftschichten tritt, wird es an der Oberfläche gebrochen; und bei diesem Vorgange kehrt ein Theil des gebrochenen Strahls nach dem Inneren zurück und wird durch Reflexion polarisirtes Licht, während der andere Theil die Eigenschaften des durch Refraction polarisirten Lichtes darbietet. Das chromatische Polariscope unterscheidet beide durch die entgegengesetzte Stellung der farbigen Complementar-Bilder. Mittelt sorgfältiger Versuche, die über das Jahr 1820 hinausreichen, hat Arago erwiesen, daß ein glühender fester Körper. (z. B. eine rothglühende eiserne Kugel) oder ein leuchtendes geschmol-

nona. Chronicon Clastro-Neoburgense (von Kloster-Neuburg bei Wien, die Jahre 218 nach Chr. bis 1348 enthaltend) in P^{er}, Scriptores rerum Austriacarum, Lips. 1721, T. I. p. 458. den 23., 24. und 25. April, also einen Tag vor und einen Tag nach der Schlacht von Mühlbach, in welcher der Churfürst Johann Friedrich gefangen wurde. Kepler sagt in Paralipom. ad Vitellium, quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p. 259: refert Gemma, pater et filius, anno 1547 ante conflictum Caroli V. cum Saxoniae Duce Solem per tres dies cum sanguine per usum comparuiss, ut etiam stellae pleraeque in meridie conspicerentur. (Eben so Kepler, de Stella nova in Serpentario p. 113.) Ueber die Ursache ist er sehr zweifelhaft: „Solis lumen ob causas quasdam sublimis ho-

betari . . . vielleicht habe gewirkt materia cometica latius sparsa. Die Ursach könne nicht in unserer Atmosphäre gelegen haben, da man Sterne am Mittag gesehen.“ Schnurrer (Chronik der Seuchen Th. II. S. 93) will trotz der Sterne, daß es Höhenrauch gewesen sei, weil Kaiser Carl V. vor der Schlacht sich beklagte: „semper se nebulas densitate infestari, quoties sibi cum hoste pugnandum sit“ (Lambert. Historien. de bello german. lib. VI p. 182).

*) Schon Horrebow (Basis Astronomiae 1735 § 226) bedient sich desselben Ausdrucks. Das Sonnenlicht ist nach ihm „ein perpetuirlich im Sonnen-Dunkelfeise vorgehendes Nordlicht, durch thätige magnetische Kräfte hervorgebracht“ s. Hanow in Joh. Don. Titius, gemeinnützige Abhandlungen über natürliche Dinge 1768 S. 102).

zenes, fließendes Metall in Strahlen, die in perpendicularer Richtung ausströmen, bloß natürliches Licht geben: während die Lichtstrahlen, welche unter sehr kleinen Winkeln von den Rändern zu unserem Auge gelangen, polarisirt sind. Wurde nun dasselbe optische Werkzeug, durch welches man beide Lichtarten scharf von einander unterscheidet, das Polariscop, auf Gasflammen angewendet; so war keine Polarisation zu entdecken, sollten auch die Lichtstrahlen unter noch so kleinen Winkeln emaniren. Wenn gleich selbst in den gasförmigen Körpern das Licht im Inneren erzeugt wird, so scheint doch bei der so geringen Dichtigkeit der Gas-Schichten weder der längere Weg die sehr obliquen Lichtstrahlen an Zahl und Stärke zu schwächen, noch der Austritt an der Oberfläche, der Uebergang in ein anderes Medium, Polarisation durch Refraction zu erzeugen. Da nun die Sonne ebenfalls keine Spur von Polarisation zeigt, wenn man das Licht, welches in sehr obliquen Richtung unter bedeutend kleinen Winkeln von den Rändern auströmt, im Polariscop untersucht; so folgt aus dieser wichtigen Vergleichung, daß das, was in der Sonne leuchtet, nicht aus dem festen Sonnenkörper, nicht aus etwas tropfbar-flüssigem, sondern aus einer gasförmigen selbstleuchtenden Umhüllung kommt. Wir haben hier eine materielle physische Analyse der Photosphäre.

Dasselbe Instrument hat aber auch zum Schlusse geführt, daß die Intensität des Lichtes in dem Centrum der Sonnenscheibe nicht größer als die der Ränder ist. Wenn die zwei complementären Farbenbilder der Sonne, das rothe und blaue, so über einander geschoben werden, daß der Rand des einen Bildes auf das Centrum des anderen fällt, so entsteht ein vollkommenes Weiß. Wäre die Intensität des Lichts in den verschiedenen Theilen der Sonnenscheibe nicht dieselbe, wäre z. B. das Centrum der Sonne leuchtender als der Rand; so würde, bei dem theilweisen Decken der Bilder, in dem gemeinschaftlichen Segmente des blauen und rothen Discus nicht ein reines Weiß, sondern ein klares Roth erscheinen, weil die blauen Strahlen nur vermögend wären einen Theil der häufigeren rothen Strahlen zu neutralisiren. Erinnern wir uns nun wieder, daß in der gasförmigen Photosphäre der Sonne, ganz im Gegensatz mit dem, was in festen oder tropfbar-flüssigen Körpern vorgeht, die Kleinheit der Winkel, unter welchen die Lichtstrahlen emaniren, nicht ihre Zahl an den Rändern vermindert; so würde, da derselbe Visionswinkel an den Rändern eine größere Menge leuchtender Punkte umfaßt als in der Mitte der Scheibe, nicht auf die Compensation zu rechnen sein, welche, wäre die Sonne eine leuchtende eiserne Kugel, also ein fester Körper, an den Rändern zwischen den entgegengesetzten Wirkungen der Kleinheit des Strahlungswinkels und des Umfassens einer größeren Zahl von Lichtpunkten unter demselben Visionswinkel statt fände. Die selbstleuchtende gasförmige Umhüllung, d. i. die uns sichtbare Sonnenscheibe, müßte sich also im Widerspruch mit den Anzeigen des Polariscops, welches den Rand und die Mitte von gleicher Intensität gefunden, leuchtender in dem Centrum als an dem Rande darstellen. Daß dem nicht so ist, wird der äußersten, trüben Dunsthülle zugeschrieben, welche die Photosphäre umgiebt, und das Licht vom Centrum minder dämpft als die auf langem Wege die Dunsthülle durchschneidenden Lichtstrahlen der Ränder *). Bouguer und Laplace, Airy und Sir John Herschel sind den hier

*) Arago in den Mémoires des sciences mathém. et phys. de l'Institut de France, Année 1811 Partie I. p. 118; Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astr. au 18^{ème} siècle p. 351 und 652; Fourier, Eloge de William Herschel in den Mém. de l'Institut T. VI. Année 1823 (Par. 1827) p. LXXII. Es ist ebenfalls merkwürdig und beweisend für eine große Gleichartigkeit in der Natur des Lichts, aus dem Centrum und aus dem Rande der Sonnenscheibe emanirend, daß nach einem sinnreichen Versuch von Forbes, während einer Sonnenfinsterniß im Jahr 1836, ein aus alleinigen Randstrahlen gebildetes Spectrum in Hinsicht auf Zahl und Lage der dunkeln Linien oder Streifen, die es

durchlaufen, ganz identisch mit dem war, welches aus der Gesamtheit des Sonnenlichts entspringt. Wenn im Sonnenlicht Strahlen von gewisser Brechbarkeit fehlen, so sind sie also wohl nicht, wie Sir David Brewster vermuthet, in der Sonnen-Atmosphäre selbst verloren gegangen: weil die Strahlen des Randes, eine viel dickere Schicht durchschneidend, dieselben dunkeln Linien hervorbringen. (Forbes, in den Comptes rendus T. II. 1836 p. 578.) Ich stelle am Ende dieser Note alles zusammen, was ich im Jahr 1847 aus Arago's Handschriften gesammelt:

„Des phénomènes de la Polarisation colorée donnent la certitude que le bord du soleil a la même in-

entwickelten Ansichten meines Freundes entgegen; sie halten die Intensität des Lichtes der Ränder für schwächer als die des Centrum, und der zuletzt genannte unter den berühmten Physikern und Astronomen erinnert *): „daß, nach den Gesetzen des Gleichgewichts, diese äußere Dunsthülle eine mehr abgeplattete, sphäroidische Gestalt haben müsse als die darunter liegenden Hüllen; ja daß die größere Dicke, welche der Aequatorial-Gegend zukommt, einen Unterschied in der Quantität der Licht-Ausstrahlung hervorbringen möchte.“ Arago ist in diesem Augenblick mit Versuchen beschäftigt, durch die er nicht bloß seine eigenen Ansichten prüfen, sondern auch die Resultate der Beobachtung auf genaue numerische Verhältnisse zurückführen wird.

Die Vergleichung des Sonnenlichts mit den zwei intensivsten künstlichen Lichtern, welche man bisher auf der Erde hat hervorbringen können, giebt, nach dem noch so unvollkommenen Zustande der Photometrie, folgende numerische Resultate: In den scharfsinnigen Versuchen von Bizeau und Foucault war Drummond's Licht (hervorgebracht durch die Flamme der Dryhydrogen-Lampe, auf Kreide gerichtet) zu dem der Sonnenscheibe wie 1 zu 146. Der leuchtende Strom, welcher in Davy's Experiment zwischen zwei Koblenstippen mittelst einer Bunsen'schen Säule erzeugt wird, verhielt sich bei 46 kleineren Platten zum Sonnenlichte wie 1 zu 4,2; bei Anwendung sehr großer Platten aber wie 1 zu 2,5; er war also noch nicht dreimal schwächer als Sonnenlicht †). Wenn man heute noch nicht ohne Erstaunen vernimmt, daß Drummond's blendendes Licht, auf die Sonnenscheibe projectirt, einen schwarzen Flecken bildet; so erfreut man sich zwiefach der Genialität, mit der Galilei, schon 1612, durch eine Reihe von Schlüssen ‡) über die Kleinheit der Entfernung von der Sonne, in welcher die Scheibe der Venus am Himmelsgewölbe nicht mehr dem bloßen

tensité de lumière que le centre; car en plaçant dans le Polariscopes un segment du bord sur un segment du centre j'obtiens (comme effet complémentaire du rouge et du bleu) un blanc pur. Dans un corps solide (dans une boule de fer chauffée au rouge) le même angle de vision embrasse une plus grande étendue au bord qu'au centre, selon la proportion du Cosinus de l'angle; mais dans la même proportion aussi le plus grand nombre de points matériels émettent une lumière plus faible en raison de leur obliquité. Le rapport de l'angle est naturellement le même pour une sphère gazeuse; mais l'opacité ne produisant pas dans les gaz le même effet de diminution que dans les corps solides, le bord de la sphère gazeuse serait plus lumineux que le centre. Ce que nous appelons le disque lumineux du Soleil, est la Photosphère gazeuse, comme je l'ai prouvé par le manque absolu de traces de polarisation sur le bord du disque. Pour expliquer donc l'égalité d'intensité du bord et du centre indiquée par le Polariscopes, il faut admettre une enveloppe extérieure qui diminue (éteint) moins la lumière qui vient du centre que les rayons qui viennent sur le long trajet du bord à l'œil. Cette enveloppe extérieure forme le couronne blanche dans les éclipes totales du Soleil. — La lumière qui émane des corps solides et liquides incandescents, est partiellement polarisée quand les rayons observés forment, avec la surface de sortie, un angle d'un petit nombre de degrés; mais il n'y a aucune trace sensible de polarisation lorsqu'on regarde de la même manière dans le Polariscopes des gaz enflammés. Cette expérience démontre que la lumière solaire ne sort pas d'une masse solide ou liquide incandescente. La lumière ne s'engendre pas uniquement à la surface des corps; une portion naît dans leur substance même, cette substance fût-elle du platine. Ce n'est donc pas la décomposition de l'oxygène ambiant qui donne la lumière. L'émission de lumière polarisée par le fer liquide est un effet de réfraction au passage vers un moyen d'une moindre densité. Par-

tout où il y a réfraction, il y a production d'un peu de lumière polarisée. Les gaz n'en donnent pas, parce que leurs couches n'ont pas assez de densité. — La lune suivie pendant le cours d'une lunaison entière offre des effets de polarisation, excepté à l'époque de la pleine lune et des jours qui en approchent beaucoup. La lumière solaire trouve, surtout dans les premiers et derniers quartiers, à la surface inégale (montagneuse) de notre Satellite des inclinaisons de plans convenables pour produire la polarisation par réflexion."

*) Sir John Herschel, Astron. Observ. made at the Cape of Good Hope § 425 p. 431; Outlines of Astr. § 395 p. 231. Vergl. Bizeau und Foucault in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVIII. 1844 p. 860. Es ist merkwürdig genug, daß Giordano Bruno, der 8 Jahre vor Erfindung des Fernrohrs und 11 Jahre vor der Entdeckung der Sonnenflecken den Scheiterhaufen bestieg, an die Rotation der Sonne um ihre Achse glaubte. Er hielt dagegen das Centrum der Sonnenscheibe für lichtschwächer als die Ränder. Er meinte, erstlich geräthet, die Scheibe sich drehen, die wirbelnden Ränder sich ausdehnen und zusammenziehen zu sehen (Giordano Bruno par Christian Bartholomæus T. II. 1817 p. 367).

†) Bizeau und Foucault, Recherches sur l'intensité de la lumière émise par le charbon dans l'expérience de Davy, in den Comptes rendus T. XVIII. 1844 p. 753. — „The most intensely ignited solids (ignited quicklime in Lieutenant Drummond's oxy-hydrogen lamp) appear only as black spots on the disc of the Sun, when held between it and the eye." Outlines p. 236 (Rosmos Buch II. S. 365).

‡) Vergl. Arago's Commentar zu Galilei's Briefen an Marcus Welser, wie dessen optische Erläuterungen über den Einfluß des diffusen reflectirten Sonnenlichts der Luftschichten, welches die im Felde eines Fernrohrs am Himmelsgewölbe gesehen Gegenstände wie mit einem Lichtschleier bedekt, im Annuaire du Bureau des Long. pour 1812 p. 482-487.

Auge sichtbar ist, zu dem Resultate gelangt war, daß der schwärzeste Kern der Sonnenflecken leuchtender sei als die hellsten Theile des Vollmondes.

William Herschel schätzte (die Intensität des ganzen Sonnenlichts zu 1000 gesetzt) die Höfe oder Penumbren der Sonnenflecken im Mittel zu 469 und den schwarzen Kernfleck selbst zu 7. Nach dieser, wohl nur sehr mutmaßlichen Angabe besäße, da man die Sonne nach Bouguer für 360000mal lichtstärker als den Vollmond hält, ein schwarzer Kernfleck noch über 2000mal mehr Licht als der Vollmond. Der Grad der Erleuchtung der von uns gesehenen Kernflecken: d. i. des an sich dunklen Körpers der Sonne, erleuchtet durch Reflex von den Wänden der geöffneten Photosphäre, von der inneren, die Penumbren erzeugenden Dunschülle, und durch das Licht der irdischen Luftschichten, durch die wir sehen; hat sich auch auf eine merkwürdige Weise bei einigen Durchgängen des Merkur offenbart. Mit dem Planeten verglichen, welcher uns alsdann die schwarze Nachtseite zuwendet, erschienen die nahen, dunkelsten Kernflecken in einem lichten Braungrau *). Ein vortrefflicher Beobachter, Hofsath Schwabe in Dessau, ist bei dem Merkur-Durchgange vom 5ten Mai 1832 auf diesen Unterschied der Schwärze zwischen Planet und Kernfleck besonders aufmerksam gewesen. Mir selbst ist leider bei dem Durchgang vom 9. November 1802, welchen ich in Peru beobachtete, da ich zu anhaltend mit Abständen von den Fäden beschäftigt war, die Vergleichung entgangen, obgleich die Merkurscheibe die nahen dunklen Sonnenflecken fast berührte. Daß die Sonnenflecken bemerkbar weniger Wärme ausstrahlen als die fleckenlosen Theile der Sonnenscheibe, ist schon 1815 in Amerika von dem Prof. Henry zu Princeton durch seine Versuche erwiesen worden. Das Bild der Sonne und eines großen Sonnenfleckens wurden auf einen Schirm projectirt und die Wärme-Unterschiede mittelst eines thermo-electrischen Apparats gemessen †).

Sei es, daß die Wärmestralen sich von den Lichtstrahlen durch andere Längen der Transversal-Schwingungen des Aethers unterscheiden; oder, mit den Lichtstrahlen identisch, nur in einer gewissen Geschwindigkeit von Schwingungen, welche sehr hohe Temperaturen erzeugt, in unseren Organen die Lichtempfindung hervorbringen: so kann die Sonne doch, als Hauptquelle des Lichts und der Wärme, auf unserm Planeten, besonders in dessen gasartiger Umhüllung, im Luftkreise, magnetische Kräfte hervorrufen und beleben. Die frühe Kenntniß thermo-electrischer Erscheinungen in krystallisirten Körpern (Turmalin, Boracit, Topas) und Versteß's große Entdeckung (1820), nach welcher jeder von Electricität durchströmte Leiter während der Dauer des electrischen Stromes bestimmte Einwirkung auf die Magnetsadel hat, offenbarten factisch den Verkehr zwischen Wärme, Electricität und Magnetismus. Auf die Idee solcher Verwandtschaft gestützt, stellte der geistreiche Ampère, der allen Magnetismus electrischen Strömungen zuschrieb, welche in einer senkrecht auf die Achsen der Magnete gerichteten Ebene liegen, die Hypothese auf: daß der Erdmagnetismus (die magnetische Ladung des Erdkörpers) durch electrische Strömungen erzeugt werde, welche den Planeten von Ost nach West umfließen; ja daß die stündlichen Variationen der magnetischen Declination deshalb Folge der mit dem Sonnenstand wechselnden Wärme, als des Erregers der Strömungen, sei. Die thermo-magnetischen Versuche von Seebeck, in welchen Temperatur-Differenzen in den Verbindungsstellen eines Kreises (von Bismuth und Kupfer oder anderen heterogenen Metallen) eine Ableitung der Magnetsadel verursachen, bestätigten Ampère's Ansichten.

Eine neue, wiederum glänzende Entdeckung Faraday's, deren nähere Erörterung fast mit dem Druck dieser Blätter zusammenfällt, wirft ein unerwartetes Licht über diesen wichtigen Gegenstand. Während frühere Arbeiten dieses großen Physikers lehrten, daß alle Gasarten diamagnetisch, d. h. sich ost-westlich stellend, wie Bismuth und Phosphor,

*) Mäbler, Astr. S. 81.

†) Philos. Mag. Ser. III. Vol. 28 p. 230 und Poggend. Annalen Bd. 68. S. 101.

seien, das Sauerstoffgas aber am schwächsten; wurde durch seine letzte Arbeit, deren Anfang bis 1847 hinaufreicht, erwiesen: daß Sauerstoffgas allein unter allen Gasarten sich wie Eisen, d. h. in nord-südlicher Achsenstellung, verhalte; ja daß das Sauerstoffgas durch Verdünnung und Erhöhung der Temperatur von seiner paramagnetischen Kraft verliere. Da die diamagnetische Thätigkeit der anderen Bestandtheile der Atmosphäre, des Stickgases und der Kohlensäure, weder durch ihre Ausdehnung noch durch Temperatur-Erhöhung modificirt wird, so ist nur die Hülle von Sauerstoff in Betrachtung zu ziehen, welche den ganzen Erdball „gleichsam wie eine große Kuppel von dünnem Eisenblech umgibt und von ihm Magnetismus empfängt.“ Die Hälfte der Kuppel, welche der Sonne zugekehrt ist, wird weniger paramagnetisch sein als die entgegengesetzte; und da diese Hälften durch Rotation und Revolution um die Sonne sich immerfort in ihren Grenzen räumlich verändern, so ist Faraday geneigt aus diesen thermischen Verhältnissen einen Theil der Variationen des tellurischen Magnetismus auf der Oberfläche herzuleiten. Die durch Experimente begründete Assimilation einer einzigen Gasart, des Sauerstoffs, mit dem Eisen ist eine wichtige Entdeckung*) unserer Zeit; sie ist um so wichtiger, als der Sauerstoff wahrscheinlich fast die Hälfte aller ponderablen Stoffe in den uns zugänglichen Theilen der Erde bildet. Ohne die Annahme magnetischer Pole in dem Sonnenkörper oder eigener magnetischer Kräfte in den Sonnenstrahlen kann der Centrakörper als ein mächtiger Wärmequell magnetische Thätigkeit auf unserem Planeten erregen.

Die Versuche, welche man gemacht hat, durch vieljährige, an einzelnen Orten angestellte meteorologische Beobachtungen zu erweisen, daß eine Seite der Sonne (z. B. die, welche am 1. Januar 1846 der Erde zugewandt war) eine stärkere wärmere Kraft als die entgegengesetzte besitze †), haben eben so wenig zu sichern Resultaten geführt als die sogenannten Beweise der Abnahme des Sonnendurchmessers, geschlossen aus den älteren Greenwicher Beobachtungen von Maskelyne. Fester begründet aber scheint die vom Hofrath Schwabe in Dessau auf bestimmte Zahlenverhältnisse reducirte Periodicität der Sonnenflecken. Keiner der jetzt lebenden Astronomen, die mit vortrefflichen Instrumenten ausgerüstet sind, hat diesem Gegenstand eine so anhaltende Aufmerksamkeit widmen können. Während des langen Zeitraums von 24 Jahren hat Schwabe oft über 300 Tage im Jahre die Sonnenscheibe durchforscht. Da seine Beobachtungen der Sonnenflecken von 1844 bis 1850 noch nicht veröffentlicht waren, so habe ich von seiner Freundschaft erlangt, daß er mir dieselben mitgetheilt, und zugleich auf eine Zahl von Fragen geantwortet hat, die ich ihm vorgelegt. Ich schliese den Abschnitt von der physischen Constitution unseres Centrakörpers mit dem, womit jener Beobachter den astronomischen Theil meines Buches hat bereichern wollen.

„Die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Zahlen lassen wohl keinen Zweifel übrig, daß wenigstens vom Jahre 1826 bis 1850 eine Periode der Sonnenflecken von ungefähr 10 Jahren in der Art statt gefunden hat: daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen ist. Ich habe keine Gelegenheit gehabt (sagt Schwabe) ältere Beobachtungen in einer fortlaufenden Reihe kennen zu lernen, stimme aber gern der Meinung bei, daß diese Periode selbst wieder veränderlich sein könne ‡).“

*) Faraday über atmosphärischen Magnetismus, in den Exper. Researches on Electricity, Twenty-Fifth and Twenty-Sixth Series (Phil. Transact. for 1851 Part I.) § 2774, 2780, 2881, 2892-2968, und für das Historische der Untersuchung § 2847.

†) Vergl. N e r v a n d e r aus F e l l i n g s f o r s im Bulletin de la classe physico-mathém. de l'Acad. de St. Pétersbourg T. III. 1845 p. 30-32, und D u y s -

B a l l o t aus Utrecht in Poggend. Annalen der Physik Bd. 68, 1846 S. 205-213.

‡) Was den handschriftlichen Mittheilungen von Schwabe entnommen ist von S. 402 bis 404, habe ich durch Anführungszeichen unterschieden. Nur die Beobachtungen der Jahre 1826 bis 1843 waren schon in Schumacher's Nitron. Nachr. No. 495 (Bd. XXI. 1844) S. 235 veröffentlicht.

Jahr.	Gruppen.	Fleckenfreie Tage.	Beobachtungs- Tage.
1826	118	22	277
1827	161	2	278
1828	225	0	282
1829	199	0	244
1830	190	1	217
1831	149	3	239
1832	84	49	270
1833	33	139	267
1834	51	120	273
1835	173	18	244
1836	272	0	200
1837	333	0	168
1838	282	0	202

Jahr.	Gruppen.	Fleckenfreie Tage.	Beobachtungs- Tage.
1839	162	0	205
1840	152	3	263
1841	102	15	283
1842	68	64	307
1843	34	149	312
1844	52	111	321
1845	114	29	332
1846	157	1	314
1847	257	0	276
1848	330	0	278
1849	238	0	285
1850	186	2	308

„Große, mit unbewaffnetem Auge sichtbare Sonnenflecken beobachtete ich fast in allen den Jahren, in welchen das Minimum nicht statt fand; die größten erschienen 1828, 1829, 1831, 1836, 1837, 1838, 1839, 1847, 1848. Große Sonnenflecken nenne ich aber diejenigen, welche einen Durchmesser von mehr als 50" haben. Diese fangen dann erst an dem unbewaffneten, scharfsichtigen Auge sichtbar zu werden.“

„Unbezweifelt stehen die Sonnenflecken in genauer Beziehung zu der Fackelbildung; ich sehe häufig sowohl nach dem Verschwinden der Flecken an demselben Orte Fackeln oder Narben entstehen, als auch in den Fackeln neue Sonnenflecken sich entwickeln. Jeder Flecken ist mit mehr oder weniger starkem Lichtgewölke umgeben. Ich glaube nicht, daß die Sonnenflecken irgend einen Einfluß auf die Temperatur des Jahres haben. Ich notire täglich dreimal den Barometer- und Thermometerstand; die hieraus jährlich gezogenen Mittelzahlen lassen bisher keinen bemerkbaren Zusammenhang ahnden zwischen Klima und Zahl der Flecken. Wenn sich aber auch in einzelnen Fällen scheinbar ein solcher Zusammenhang zeigte, so würde derselbe doch nur dann erst von Wichtigkeit werden, wenn die Resultate aus vielen anderen Theilen der Erde damit übereinstimmten. Sollten die Sonnenflecken irgend einen geringen Einfluß auf unsere Atmosphäre haben, so würde meine Tabelle vielleicht eher darauf hindeuten, daß die fleckenreichen Jahre weniger heitere Tage zählten als die fleckenarmen. (Schum. Astron. Nachr. No. 638 S. 221.)“

„William Herschel nannte die helleren Lichtstreifen, welche sich nur gegen den Sonnenrand hin zeigen, Fackeln; Narben aber die aderartigen Stellen, welche bloß gegen die Mitte der Sonnenscheibe hin sichtbar werden (Astr. Nachr. No. 350 S. 243). Ich glaube mich überzeugt zu haben, daß Fackeln und Narben aus demselben geballten Lichtgewölke herrühren: welches am Sonnenrande lichtvoller hervortritt; in der Mitte der Sonnenscheibe aber, weniger hell als die Oberfläche, in der Form von Narben erscheint. Ich ziehe vor, alle helleren Stellen auf der Sonne Lichtgewölke zu nennen, und dasselbe nach seiner Gestalt in geballtes und aderförmiges einzutheilen. Dieses Lichtgewölke ist auf der Sonne unregelmäßig vertheilt, und giebt bisweilen der Scheibe bei seinem stärkeren Hervortreten ein marmorirtes Ansehen. Dasselbe ist oft am ganzen Sonnenrande, ja zuweilen bis zu den Polen, deutlich sichtbar; jedoch immer am kräftigsten in den eigentlichen beiden Fleckenzonen, selbst in Epochen, wo diese keine Flecken haben. Alsdann erinnern beide helle Fleckenzonen der Sonne lebhaft an die Streifen des Jupiter.“

„Furchen sind die zwischen dem aderförmigen Lichtgewölke befindlichen mätteren Stellen der allgemeinen Sonnen-Oberfläche, welche stets ein chagrin-artiges, griessandiges Ansehen hat; d. h. an Sand erinnert, welcher aus gleich großen Körnern besteht. Auf dieser chagrin-artigen Oberfläche sieht man zuweilen außerordentlich kleine mattgraue (nicht schwarze) Punkte (Poren), die wiederum mit äußerst feinen dunklen Nadelchen durchzogen sind

(Astr. Nachr. No. 473 S. 286). Solche Poren bilden, wenn sie in Massen vorhanden sind, graue, nebelartige Stellen, ja die Höfe der Sonnenflecken. In diesen sieht man Poren und schwarze Punkte meist strahlenförmig sich vom Kern aus zum Umfange des Hofes verbreiten, woraus die so oft ganz übereinstimmende Gestalt des Hofes mit der des Kernes entsteht."

Die Bedeutung und der Zusammenhang so wechselnder Erscheinungen werden sich dann erst dem forschenden Physiker in ihrer ganzen Wichtigkeit darbieten, wenn einst unter der vielmonatlichen Heiterkeit des Tropenhimmels mit Hilfe mechanischer Uhrbewegung und photographischer Apparate eine ununterbrochene Reihe von Darstellungen *) der Sonnenflecken erlangt werden kann. Die in den gasförmigen Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers vorgehenden meteorologischen Prozesse bewirken die Erscheinungen, welche wir Sonnenflecken und geballte Lichtvulkanen nennen. Wahrscheinlich sind auch dort, wie in der Meteorologie unseres Planeten, die Störungen von so mannigfaltiger und verwickelter Art, in so allgemeinen und örtlichen Ursachen gegründet, daß nur durch eine lange und nach Vollständigkeit strebende Beobachtung ein Theil der noch dunkeln Probleme gelöst werden kann.

II.

Die Planeten.

Allgemeine vergleichende Betrachtungen über eine ganze Classe von Weltkörpern sollen hier der Beschreibung der einzelnen Weltkörper vorangehen. Es beziehen sich diese Betrachtungen auf die 22 Hauptplaneten und 21 Monde (Trabanten oder Nebenplaneten), welche bis jetzt entdeckt worden sind, nicht auf die planetarischen Weltkörper überhaupt, unter denen die Cometen von berechneten Bahnen schon zehnmal zahlreicher sind. Die Planeten haben im ganzen eine schwache Scintillation, weil sie von reflectirtem Sonnenlichte leuchten und ihr planetarisches Licht aus Sphären emanirt (Kosmos Buch III. S. 422). In dem aschfarbenen Lichte des Mondes, wie in dem rothen Lichte seiner verfinsterten Scheibe, welches besonders intensiv zwischen den Wendekreisen gesehen wird, erleidet das Sonnenlicht für den Beobachter auf der Erde eine zweimalige Aenderung seiner Richtung. Daß die Erde und andere Planeten, wie zumal einige merkwürdige Erscheinungen auf dem der Sonne nicht zugekehrten Theile der Venus beweisen, auch einer eigenen, schwachen Lichtentwikelung fähig seien, ist schon an einem anderen Orte †) erinnert worden.

Wir betrachten die Planeten nach ihrer Zahl, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, nach ihrem Volumen, unter sich oder mit ihren Abständen von der Sonne verglichen; nach ihren relativen Dichtigkeiten, Massen, Rotationszeiten, Excentricitäten, Achsen-Neigungen, und charakteristischer Verschiedenheit diesseits und jenseits der Zone der Kleinen Planeten. Bei diesen Gegenständen vergleichender Betrachtung ist es der Natur dieses Werkes angemessen, einen besonderen Fleiß auf die Auswahl der numerischen Verhältnisse zu verwenden, welche zu der Epoche, in der diese Blätter erscheinen, für die genauesten, d. h. für die Resultate der neuesten und sichersten Forschungen gehalten werden.

a. Hauptplaneten.

I. Zahl und Epoche der Entdeckung. — Von den sieben Weltkörpern, welche seit dem höchsten Alterthume durch ihre stets veränderte relative Entfernung unter einander von den, gleiche Stellung und gleiche Abstände scheinbar bewahrenden, funkelnden Sternen des Fixsternhimmels (Orbis inerrans) unterschieden worden sind, zeigen sich nur fünf:

*) Sir John Herschel, Caprice p. 434.

†) Kosmos Buch I. S. 104 und Anm.

Mercur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, sternartig, *quinque stellae errantes*. Die Sonne und der Mond blieben, da sie große Scheiben bilden, auch wegen der größeren Wichtigkeit, die man in Folge religiöser *) Mythen an sie knüpfte, gleichsam von den übrigen abge sondert. So kannten nach Diodor (II, 30) die Chaldäer nur 5 Planeten; auch Plato, wo er im Timäus nur einmal der Planeten erwähnt, sagt ausdrücklich, „um die im Centrum des Kosmos ruhende Erde bewegen sich der Mond, die Sonne und fünf andere Sterne, welchen der Name Planeten beigelegt wird; das Ganze also in 7 Umgängen †). Eben so werden in der alten pythagorischen Vorstellung vom Himmelsgebäude nach Philolaus unter den 10 göttlichen Körpern, welche um das Centralfeuer (den Welt- heerd, *εστία*) kreisen, „unmittelbar unter dem Fixsternkranz“ die fünf Planeten genannt ‡); ihnen folgten dann Sonne, Mond, Erde und *ἀντίχθον* (die Gegenerde). Selbst Ptolemäus redet immer nur noch von 5 Planeten. Die Aufzählung der Reihen von 7 Planeten, wie sie Julius Firmicus unter die Decane vertheilt ††), wie sie der von mir an einem anderen Orte †) untersuchte Thierkreis des Bianchini (wahrscheinlich aus dem dritten Jahrhundert nach Chr.) darstellt und sie ägyptische Monumente aus den Zeiten der Cäsaren enthalten, gehört nicht der alten Astronomie, sondern den späteren Epochen an, in welchen die astrologischen Träumereien sich überall verbreitet hatten **). Daß der Mond in die Reihe der 7 Planeten gesetzt ward, muß uns nicht wundern, da von den Alten, wenn man eine denkwürdige Attractions-Ansicht des Anaxagoras (Kosmos Buch II. S. 357 und 357 Anm. *) annimmt, fast nie seiner näheren Abhängigkeit von der Erde gedacht wird. Dagegen sind nach einer Meinung über den Weltbau, welche Vitruvius ††) und Martianus Capella ††) anführen, ohne ihren Urheber zu nennen, Merkur und Venus, die wir unter Planeten nennen, Satelliten der selbst um die Erde kreisenden Sonne. Ein solches System ist mit eben so wenig Grund ein ägyptisches †††) zu nennen als mit den Ptolemäischen Epicykeln oder der Eschoni schen Weltansicht zu verwechseln.

*) Gese n i u s in der Hallischen Literatur-Zeitung 1822 No. 101 und 102 (Ergänzungsst. S. 801-812). Bei den Chaldäern waren Sonne und Mond die 2 Hauptgöttheiten, den 5 Planeten standen nur Genien vor.

†) Plato im Tim. p. 38 Strob.

‡) Nach de Platonico systemate coelestium Philolaeae p. XVII und derselbe im Philolaos 1819 S. 99.

††) Jul. Firmicus Maternus, Astron. libri VIII (ed. Prudner, Basil. 1551) lib. II cap. 4; aus der Zeit Constantins des Großen.

†††) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 42-49. Ich habe schon damals, 1812, auf die Analogie des Thierkreises von Bianchini mit dem von Tenders aufmerksamer gemacht. Vergl. Letronne, Observations critiques sur les représentations zodiacales p. 97 und Lepsius, Chronologie der Ägypter 1849 S. 80.

**) Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 29; Lepsius a. a. O. S. 83. Letronne bestritt seitdem wegen der Zahl 7 den alt-chaldäischen Ursprung der Planetenwoche.

††) Vitruv de Archit. IX. 4 (ed. Röde 1800 p. 209). Weder Vitruvius noch Martianus Capella geben die Ägypter als Urheber eines Systems an, nach welchem Merkur und Venus Satelliten der planetarischen Sonne sind. Bei dem Ersteren heißt es: „Mercurii autem et Veneris stellae circum Solis radios, Solem ipsum, uti centrum, itineribus comorantes, regressus retrorsum et retardationes faciunt.“

†††) Martianus Minus Felix Capella de nuptiis philos. et Mercurii lib. VIII, ed. Grotii 1599 p. 289; „Nam Venus Mercuriusque licet ortus occasusque quotidianos ostendant, tamen eorum circuli Terras omnino non ambiunt, sed circa Solem laxi-

ore ambitu circulantur. Denique circulorum suorum centrum in Sole constituent, ita ut supra ipsum aliquando“ Da diese Stelle überdrieben ist: Quod Tellus non sit centrum omnibus planetis, so konnte sie freilich, wie Cassini behauptet, Einfluß auf die ersten Ansichten des Copernicus ausüben, mehr als die dem großen Geometer Apollonius von Perga zugeschriebenen Stellen. Doch sagt Copernicus auch nur: „minime contemnendum arbitror, quod Martianus Capella scripsit, existimans quod Venus et Mercurius circumerrant Solem in medio existentem.“ Vergl. Kosmos Buch II. S. 338 und Anm.

††) Henri Martin in seinem Commentar zum Timäus Endes sur le Timée de Platon T. II. p. 129-133, scheint mir sehr glücklich die Stelle des Macrobius über die ratio Chaldaeorum, welche den vorrätlichen Adler (in Wolff's und Buttmann's Museum der Alterthums Wissenschaft Vb. II. S. 442 und in seiner Abhandlung über Euborus S. 48) irre geführt, erläutert zu haben. Macrobius 8 (n. Somm. Scipionis lib. I. cap. 19, lib. II. cap. 3, ed. 1691 pag. 64 und 90) weiß nichts von dem Systeme des Ptolemäus und Martianus Capella, nach welchem Merkur und Venus Trabanten der Sonne sind, wie sich aber selbst, wie die anderen Planeten um die fest im Centrum stehende Erde bewent. Er zählt bloß die Unterschiede auf in der Reihenfolge der Bahnen von Sonne, Venus, Merkur und Mond nach den Annahmen des Cicero. „Cicero enim“ sagt er, „Archimedes et Chaldaeorum ratio consentit, Plato Aegyptios secutus est.“ Wenn Cicero in der berechneten Schilderung des ganzen Planetensystems (Somm. Scip. cap. 4) ausruft: „hinc (Solem) ut comites consequuntur Veneris alter, alter Mercurii cursus;“ so deutet er nur auf die Nähe der Kreise der Sonne und jener 2 unteren Planeten, nachdem er vorher die 3 cursus des Saturn, Jupiter und Mars

Die Namen, durch welche die sternartigen 5 Planeten bei den alten Völkern bezeichnet wurden, sind zweierlei Art: Götternamen; oder bedeutsame beschreibende, von physischen Eigenschaften hergenommene. Was ursprünglich davon den Chaldäern oder den Aegyptern angehört, ist nach den Quellen, die bisher haben benutzt werden können, um so schwerer zu entscheiden, als die griechischen Schriftsteller uns nicht die ursprünglichen, bei anderen Völkern gebräuchlichen Namen, sondern nur in das Griechische übertragene, nach der Individualität ihrer Ansichten gemodelte Aequivalente darbieten. Was die Aegypter früher als die Chaldäer besaßen, ob diese bloß als begabte Schüler*) der Ersteren auftraten, berührt die wichtigen, aber dunklen Probleme der ersten Gestirniswissenschaft, der Anfänge wissenschaftlicher Gedankenentwicklung am Nil oder am Euphrat. Man kennt die ägyptischen Benennungen der 36 Decane; aber die ägyptischen Namen der Planeten sind uns, bis auf einen oder zwei, nicht erhalten †).

Auffallend ist es, daß Plato und Aristoteles sich nur der göttlichen Namen für die Planeten, die auch Diodor nennt, bedienen: während später z. B. in dem dem Aristoteles fälschlich zugeschriebenen Buche de Mundo schon ein Gemisch von beiden Arten von Benennungen, der göttlichen und der beschreibenden (expressiven), sich findet: *φαιών* für Saturn, *στειβών* für Merkur, *πυρρίε* für Mars ‡). Wenn dem Saturn, dem äußersten der

ausgezählt hatte: alle kreisend um die unbewegliche Erde. Die Kreisbahn eines Nebenplaneten kann nicht die Kreisbahn eines Hauptplaneten umschließen, und doch sagt Macrobius bestimmt: „Aegyptiorum ratio talis est: circulus, per quem Sol discurrit, a Mercurii circulo ut inferior ambitur, illum quoque superior circulus Veneris includit.“ Es sind alles sich parallel bleibende, einander gegenseitig umfangende Bahnen.

*) Lepsius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 207.

†) Der bei Bettius Valens und Cedrenus verschlummelte Name des Planeten Mars soll mit Wahrscheinlichkeit dem Namen Her-tosech entsprechen, wie Sob dem Saturn. A. a. O. S. 90 und 93.

‡) Die auffallendsten Unterschiede finden sich, wenn man vergleicht Aristot. Metaph. XII cap. 8 pag. 1073 Better mit Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 2 pag. 392. In dem letzteren Werke erscheinen schon die Planetennamen Phaethon, Perseus, Hercules, Stichen und Jumo: was auf die Zeiten des Apulejus und der Antonine hindeutet, wo chaldäische Astrologie bereits über das ganze römische Reich verbreitet war, und Benennungen verschiedener Völker mit einander gemengt waren (vergl. Rossmos Buch II. S. 198 und Anm. Daß die Chaldäer zuerst die Planeten nach ihren babylonischen Göttern genannt haben und daß diese göttlichen Planetennamen so zu den Griechen übergegangen sind, spricht bestimmt auch Diodor von Sicilien. Ideler (Eudorus S. 48) übertrifft dagegen diese Benennungen den Aegyptern zu, und gründet sich auf die alte Eritenz einer siebentägigen Planetenwoche am Nil (Sandbuch der Chronologie Bd. I. S. 180); eine Hypothese, die Lepsius S. vollkommen widerlegt hat (Chronol. der Aeg. Th. I. S. 131). Ich will hier aus dem Gratothones, aus dem Verfasser der Epinomis (Philippus Duntius?), aus Geminus, Plinius, Theon dem Smyrnäer, Cleomedes, Achilles Tattus, Julius Firmicus und Simplicius die Synonymie der fünf ältesten Planeten zusammentragen, wie sie uns hauptsächlich durch Vorliebe zu astrologischen Träumereien erhalten worden sind:

Saturn: *φαιών*, Nemesis, auch eine Sonne genannt von 5 Autoren (Theon. Smyrn. p. 87 und 165 Martin);

Jupiter: *φασγών*, Osiris;

Mars: *πυρρίε*, Hercules;

Venus: *εωςφάρος*, *φωςφάρος*, Lucifer: *Ζεφερος*. Dichter; Juno, *Ϊζη*;

Merkur: *στειβών*, Apollo.

Achilles Tattus (Sag. in Phaen. Arati cap. 17) findet es befremdend, daß „Aegypter wie Griechen den lichtschwächsten der Planeten (wohl nur weil er Feil bringt) den Glänzenden nennen.“ Nach Diodor bezieht sich der Name darauf, „daß Saturn der Zukunft am meisten und klarsten verkündigende Planet war.“ (Lettre sur l'origine du Zodiaque grec p. 33 und in Journal des Savants 1836 p. 17; vergl. auch Carteren, Analyse de Recherches zodiacales p. 97.) Benennungen, die von einem Volke zum andern als Aequivalente übergeben, hängen allerdings oft ihrem Ursprunge nach von nicht zu ergründenden Umständen ab: doch ist hier wohl zu bemerken, daß sprachlich *φαιών* ein bloßes Scheinen, also ein matteres Leuchten mit continuirlichem, gleichmäßigem Lichte, ausdrückt, während *στειβών* ein unterbrochenes, lebhafter glänzendes, funkelndes Licht voraussetzt. Die beschreibenden Benennungen: *φαιών* für den entfernten Saturn, *στειβών* für den uns näheren Planeten Merkur, scheinen um so passender, als ich schon früher (Rossmos Buch III. S. 421) daran erinert habe, wie bei Tage im großen Refractor von Brundhofer Saturn und Jupiter lichtschwach erscheinen in Vergleich mit dem funkelnden Merkur. Es ist daher, wie Prof. Franz bemerkt, eine Folge zunehmenden Glanzes angedeutet von Saturn (*φαιών*) bis zu Jupiter, dem leuchtenden Kenser des Lichtwagens (*φασγών*), bis zum farbig glühenden Mars (*πυρρίε*), bis zu der Venus (*εωςφάρος*) und dem Merkur (*στειβών*).

Die mir bekannte indische Benennung des langsam Wandelnden (*sanaistschara*) für Saturn hat mich veranlaßt, meinen berühmten Freund Bopp zu befragen, ob überhaupt auch in den indischen Planetennamen, wie bei den Griechen und wahrscheinlich den Chaldäern, zwischen Götternamen und beschreibenden Namen zu unterscheiden sei. Ich theile hier mit, was ich diesem großen Sprachforscher verdanke, lasse aber die Planeten nach ihren wirklichen Abständen von der Sonne wie in der obigen Tabelle (beginnend vom größten Abstände) folgen, nicht wie sie im Amara Solscha (bei Colebrooke p. 17 und 18) gereiht sind. Es giebt nach Sanakrit-Benennung in der That unter 5 Namen 3 beschreibende: Saturn, Mars und Venus.

„Saturn: *sanaistschara*, von *sanais*, langsam, und *tschara*, gehend; auch *sauri*, eine Benennung des Vishnu (herkommend als Patronymicum von *sara*, Großvater des Krishna), und *sani*. Der

damals bekannten Planeten, sonderbar genug, wie Stellen aus dem Commentar des Simplicius (p. 122) zum 8ten Aristotelischen Buche de Caelo, aus Hygin, Diodor und Theon dem Smyrniäer beweisen, die Benennung Sonne beigelegt ward; so war es gewiß nur seine Lage und die Länge seines Umlaufes, die ihn zum Herscher der andern Planeten erhob. Die beschreibenden Benennungen, so alt und chaldäisch sie zum Theil auch sein mögen, fanden sich bei griechischen und römischen Schriftstellern, doch erst recht häufig in der Zeit der Cäsaren. Ihre Verbreitung hängt mit dem Einfluß der Astrologie zusammen. Die Planetenzeichen sind, wenn man die Schiefe der Sonne und die Monnsichel auf ägyptischen Monumenten abrechnet, sehr neuen Ursprungs; nach Petronne's Untersuchungen *)

Planetennamen *'sani-vāra* für dies Saturni ist wurzelhaft verwandt mit dem Averbium *'sanais*, langsam. Die Benennungen der Bochartage nach Planeten scheint aber Amarassiba nicht zu kennen. Sie sind wohl späterer Einführung.

„*Supiter*: *Vrihaspati*: ober nach älterer, vedischer Schreibart, der Lassen folgt, *Brihaspati*: Herr des Nachens, eine vedische Gottheit: von *vrih* (*brih*), wachsen, und *pati*, Herr.“

„*Marś*: *angaraka* (von *angara*, brennende Kohle); auch *lohitānga*, der Rothkörper: von *lohit*, roth, und *anga*, Körper.“

„*Venus*: ein männlicher Planet, der *'sukra* heißt, d. i. der glänzende. Eine andere Benennung dieses Planeten ist *daitya-guru*: Lehrer, guru, der Titanen, *Daityas*.“

„*Mercur*: *Budha*, nicht zu verwechseln als Planetennamen mit dem Religions-*Siſter* *Buddha*: auch *Kauhinēya*, Sohn der Romye *Rohini*, Gemahlin des *Mondeś* (*soma*), weshalb der Planet hießeilen *saumya* heißt, ein Patronymicum vom *Sanefrit*-*saumya* Mond. Die sprachliche Wurzel von *budha*, dem Planetennamen, und *buddha*, dem Heiligen, ist *budh*, wissen. Daß *Buotan* (*Botan*, *Obin*) im Zusammenhang mit *Budha* stehe, ist mir unwahrscheinlich. Die Vermuthung gründet sich wohl hauptsächlich auf die äußerliche Formähnlichkeit und auf die Uebereinſtimmung der Benennung des Bochartages, dies *Mercurii*, mit dem indischen *Wodanes* dag und dem indischen *Budha-vāra*, d. i. *Budha's* Tag. *Vāra* bedeutet ursprünglich *Mal*, z. B. in *bahuvārān*, vielmal; später kommt es am Ende eines Compositums in der Bedeutung *Tag* vor. Den germanischen *Buotan* leitet *Jacob Grimm* (Deutsche Mythologie S. 120) von dem Verbum *watan*, *vuot* (unsern *u* *aten*) ab, welches bedeutet: *meare*, *transmeare*, *cum impetu ferri*, und buchstäblich dem lateinischen *vadere* entsprechen. *Buotan*, *Obin* ist nach *Jacob Grimm* das allmächtige, alldurchdringende Wesen: *qui omnia permeat*, wie *Lucan* vom *Jupiter* sagt.“ Vergl. über den indischen Namen des Bochartages, über *Budha* und *Buddha*, und die Bochartage überhaupt die Bemerkungen meines Bruders in seiner Schrift: Ueber die Verbindungen zwischen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. I. S. 187–19“).

*) Vergl. *Petronne* sur l'amulette de Jules César et les Signes planétaires in der *Revue archéologique* Année III. 1846 p. 261. *Salmasius* sah in dem ältesten Planetenzeichen des *Jupiter* den Anfangskuchstaben von *Zeus*, in dem des *Mars* eine Abkürzung des Beinamens *Sophros*. Die Sonnenscheibe wurde als Zeichen durch einen schief und triangular ausströmenden Strahlenbüschel fast unkenntlich gemacht. Da die Erde, das philosophisch-pythagoräische System etwa abgerechnet, nicht den Planeten beigelegt wurde, so hält *Petronne* das Planetenzeichen der Erde „für später als Copernicus in Gebrauch gekommen.“ — Die merkwürdige Stelle des *Olympiodorus* über die Weibung der Metalle an einzelne Planeten ist dem *Proclus* entlehnt und von *Wäch* aufgefunden worden (sie steht nach der *Basel-*

ler Ausgabe p. 14, in der von *Schneider* p. 30). Vergl. für *Olympiodorus*: *Aristot.* Meteor. ed. *Scler* t. II. p. 163). Auch das *Scholion* zum *Pinbar* (*Isthm.*), in welchem die Metalle mit den Planeten verglichen werden, gehört der neu-platonischen Schule an; *Robert*, *Aglaophamus* in *Orph.* t. II. p. 936. *Planetenzeichen* sind nach derselben Verwandtschaft der Ideen nach und nach Metalleichen, ja einzeln (wie *Mercurius* für *Quecksilber*, *argentum vivum* und *hydrargyrum* des *Plinius*) *Metallnamen* geborben. In der kostbaren griechischen Manuscriptensammlung der *Pariser Bibliothek* befinden sich über die kabbalistische sogenannte heilige Kunst zwei Handschriften, deren eine (No. 2250), ohne Planetenzeichen, die den Planeten gereichten Metalle auführt; die andere aber (No. 2329), der Schrift nach aus dem 15ten Jahrhundert, (eine Art chemisches Wörterbuch) Namen der Metalle mit einer geringen Anzahl von Planetenzeichen verbindet (*Schfer*, *Histoire de la Chimie* t. I. p. 250). In der *Pariser* Handschrift No. 2250 wird das *Quecksilber* dem *Mercur*, das *Silber* dem *Monde* zugeschrieben, wenn umgekehrt in No. 2329 dem *Monde* das *Quecksilber* und dem *Jupiter* das *Gold* angehört. Kepteres Metall hat *Olympiodorus* dem *Mercur* beigelegt. So schwankend waren die mystischen Beziehungen der Weltkörper zu den Metallen.

Es ist hier der Ort, auch der Planetenstunden und der Planetentage in der kleinen siebenstägigen Periode (*Woche*) zu erwähnen, über deren Alter und Verbreitung auf ferne Bäder erst in der neuesten Zeit richtige Ansichten aufgestellt worden sind. Die *Aegyptier* haben ursprünglich, wie *Leopius* (*Chronologie* der *Aeg.* S. 132) erwiesen und Denkmäler bezeugen, welche bis in die ältesten Zeiten der großen Pyramidenbaue hinaufreichen, keine siebenstägige, sondern zehnstägige, der Woche ähnliche, kleine Perioden gehabt. Drei solcher Decaden bildeten einen der zwölf Monate des Sonnenjahres. Wenn wir bei *Dio Cassius* (lib. XXXVII cap. 18) lesen: „daß der Gebrauch die Tage nach den sieben Planeten zu benennen zuerst bei den Aegyptiern aufgefunden sei, und sich vor nicht gar langer Zeit von ihnen zu allen übrigen Völkern verbreitet habe, namentlich zu den Römern, bei denen er nun schon ganz einheimisch sei!“ so muß man nicht vergessen, daß dieser Schriftsteller in der späten Zeit des *Alexander Severus* lebte, und es seit dem ersten Einbruche der orientalischen Astrologie unter den Cäsaren und bei dem frühen großen Besuche so vieler Völkstämme in Alexandrien, die Sitte des Abnlandes wurde, alles als scheinende ägyptisch zu nennen. Am ursprünglichsten und verbreitetsten ist ohne Zweifel die siebenstägige Woche bei den semitischen Völkern gewesen: nicht bloß bei den Hebräern, sondern selbst unter den arabischen Nomaden lange vor Mohammed. Ich habe einem gelehrten Forscher des semitischen Alterthums, dem orientalischen Reisenden, Prof. *Lischendorf* zu Leipzig, die Fragen vorgelegt: ob in den Schriften des Alten Bundes sich außer dem Sabbath Namen für die einzelnen Bochartage (andere als der 2te und 3te Tag des *sechena*) finden? ob nicht irgendwo im Neuen Testamente zu einer Zeit, wo fremde Bewohner von Pa-

sollen sie sogar nicht älter als das zehnte Jahrhundert sein. Selbst auf Steinen mit gnostischen Inschriften findet man sie nicht. Späte Abschreiber haben sie aber gnostischen und

ästina gewiß schon planetarische Astrologie trieben, eine Planeten-Benennung für einen Tag der Trägigen Periode vorkomme? Die Antwort war: „Es fehlen nicht nur im Alten und Neuen Testamente alle Spuren für Wochentags-Benennung nach Planeten, sie fehlen auch in Mishna und Talmud. Man sagte auch nicht: der 2te oder 3te Tag des sechsten, und zählte gewöhnlich die Tage des Monats; nannte auch den Tag vor dem Sabbath den 6ten Tag, ohne weiteren Zusatz. Das Wort Sabbath wurde auch geradezu auf die Woche übertragen (Jdeler, Handb. der Chronol. Bd. I. S. 480); daher auch im Talmud für die einzelnen Wochentage: erster, zweiter, dritter des Sabbaths steht. Das Wort *ibodas* für sechsten hat das N. T. nicht. Der Talmud, der freilich vom 2ten bis in das 3te Jahrhundert seiner Redaction nach reicht, hat be-
schränkt die hebräischen Namen für einzelne Planeten, für die glänzende Venus und den roten Mars. Darunter ist besonders merkwürdig der Name Sabbathai (eigentlich Sabbath-Stern) für Saturn: wie unter den pharisäischen Sternnamen, welche Epiphanius aufzählt, für den Planeten Saturn der Name Hochab Sabbath gebraucht wird. In dies nicht von Einfluß darauf gewesen, daß der Sabbatstag zum Saturntage wurde, Saturni sacra dies des Tibull (Mieg. I, 3, 18)? Eine andere Stelle, des Tacitus (Hist. V, 4), erweitert den Kreis dieser Bezeichnungen auf Saturn als Planet und als eine traditionell historische Person.“ Vergl. auch Fürst, Kultur- und Literaturgeschichte der Juden in Ästen, 1849 S. 40.

Die verschiedenen Lichtgestalten des Mondes haben gewiß früher die Aufmerksamkeit von Jäger- und Hirtenvölkern auf sich gezogen als astrologische Phantasien. Es ist daher wohl mit Jdeler anzunehmen, daß die Woche aus der Länge synodischer Monate entstanden ist, deren vierter Theil im Mittel 7 1/2 Tage beträgt; daß dagegen Bezeichnungen auf die Planetenreihen (die Folge ihrer Abstände von einander) sammt den Planetenstunden und -Tagen einer ganz andern Periode fortgeschrittener und theorethischer Kultur angehören.

Ueber die Benennung der einzelnen Wochentage nach Planeten und über die Reihung und Folge der Planeten:

Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond, nach dem ältesten und am meisten verbreiteten Glauben (Gemini, Elem. Astr. p. 4; Cicero, Somn. Scip. cap. 4; Firmicus II, 4) zwischen der Fixstern-Sphäre und der fest stehenden Erde, als Centralkörper, sind drei Meinungen aufgestellt worden: ein entnommen aus musikalischen Intervallen; eine andere aus der astrologischen Benennung der Planetenstunden; eine dritte aus der Verteilung von je drei Decanen oder drei Planeten, welche die Herren (domini) dieser Decane sind, unter die 12 Zeichen des Tierkreises. Die beiden ersten Hypothesen finden sich in der merkwürdigen Stelle des Dio Cassius in welcher er erläutert will (lib. XXXVII, cap. 17), warum die Juden den Tag des Saturn (unseren Sonnabend) nach ihrem Geseze feiern. „Wenn man“, sagt er, „das musikalische Intervall, welches *diatessaron*, die Quarte, genannt wird, auf die 7 Planeten nach ihren Umlaufzeiten anwendet, und dem Saturn, dem äußersten von allen, die erste Stelle anweist; so trifft man zunächst auf den vierten (die Sonne, dann auf den sechsten (den Mond), und erhält so die Planeten in der Ordnung, wie sie als Namen der Wochentage auf einander folgen.“ (Den Commentar zu dieser Stelle liefert Vincent, sur les Manuserits grecs relatifs à la Musique 1847 p. 138; vergl. auch Vobes, Aglaophamus, in Orph. p. 941-946.) Die zweite Erklärung des Dio Cassius ist von der periodischen Reihe der Pla-

netenstunden bergewonnen. „Wenn man“, setzt er hinzu, „die Stunden des Tages und der Nacht von der ersten (Tagesstunde) zu zählen beginnt; diese dem Saturn, die folgende dem Jupiter, die dritte dem Mars, die vierte der Sonne, die fünfte der Venus, die sechste dem Merkur, die siebente dem Monde beilegt, nach der Ordnung, welche die Regenten den Planeten anweisen, und immer wieder von vorn anfängt: so wird man, wenn man alle 24 Stunden durchgegangen ist, finden, daß die erste des folgenden Tages auf die Sonne, die erste des dritten auf den Mond, kurz die erste eines jeden Tages auf den Planeten trifft, nach welchem der Tag benannt wird.“ Eben so nennt Pausanias Alexandrinus, ein astronomischer Mathematiker des vierten Jahrhunderts, den Regenten jedes Wochentages denjenigen Planeten, dessen Name auf die erste Tagesstunde fällt.

Diese Erklärungsweise von den Benennungen der Wochentage ist bisher sehr allgemein für die richtigere angesehen worden; aber Petronne, gestützt auf den im Ptolemäe aufbewahrten, lange vernachlässigten Tierkreis des Ptolemäus, auf welchen ich selbst im Jahr 1812 die Verschärfungen wegen der merkwürdigen Verbindung eines griechischen und kirchlich-tartarischen Tierkreises wiederum aufmerksam gemacht habe, hält eine dritte Erklärungsart, die Verteilung von je drei Planeten auf ein Zeichen des Tierkreises, für die entsprechende (Petronne, Observ. crit. et archéol. sur l'objet des représentations zodiacales 1824 p. 97-99). Diese Planeten-Verteilung unter die 36 Decane der Ptolemäusmerie ist ganz die, welche Julius Firmicus Maternus (II, 4) als „signorum decani eorumque domini“ beschreibt. Wenn man in jedem Zeichen den Planeten sondert, welcher der erste der drei ist, so erhält man die Folge der Planetentage in der Woche. (Jungfrau: Sonne, Venus, Merkur; Waage: Mond, Saturn, Jupiter; Skorpion: Mars, Sonne, Venus; Stütze: Merkur . . . können hier als Beispiel dienen für die 4 ersten Wochentage: Dies Solis, Lunae, Martis, Mercurii.) Da nach Dieder die Chaldeer ursprünglich nur 5 Planeten (die sternartigen), nicht 7 zählten, so scheinen alle hier aufgeführte Combinationen, in denen mehr als fünf Planeten periodische Reihen bilden, wohl nicht als altchaldäisch, sondern vielmehr sehr späten astrologischen Ursprungs zu sein (Petronne sur l'origine du zodiaque grec 1840 p. 29).

Ueber die Concordanz der Reihung der Planeten als Wochentage mit ihrer Reihung und Verteilung unter die Decane in dem Tierkreis von Ptolemäus wird es vielleicht einigen Lesern willkommen sein hier noch eine ganz kurze Erläuterung zu finden. Wenn man in der im Alterthum geltenden Planeten-Ordnung jedem Weltkörper einen Buchstaben giebt (Saturn a, Jupiter b, Mars c, Sonne d, Venus e, Merkur f, Mond g), und aus diesen 7 Gliedern die periodische Reihe

a b c d e f g, a b c d . . .

bildet; so erhält man 1) durch Ueberspringung von zwei Gliedern, bei der Verteilung unter die Decane, deren jeder 3 Planeten umfaßt (von welchen der erste jenseitigen Zeichens im Tierkreise dem Wochentage seinen Namen giebt), die neue periodische Reihe

a d g f b e, a d g c

das ist Dies Saturni, Solis, Lunae, Martis u. s. f.; 2) dieselbe neue Reihe

a d g c

durch die von Dio Cassius angegebene Methode der 24 Planetenstunden, nach welcher die auf einander folgenden Wochentage ihren Namen von dem Planeten entlehnen, welcher die erste Tagesstunde beherrscht: so daß man also abwechselnd ein Glied der periodischen, 7gliedrigen Planetenreihe zu nehmen und 23 Glieder zu

alchymistischen Handschriften beigelegt, fast nie den ältesten Handschriften griechischer Astro-
nomen: des Ptolemäus, des Theon oder des Cleomedes. Die frühesten Planetenzeichen,
von denen einige (Jupiter und Mars), wie Salmasius mit gewohntem Scharfsinn gezeigt,
aus Buchstaben entstanden sind, waren sehr von den unsrigen verschieden; die jetzige Form
reicht kaum über das 15te Jahrhundert hinaus. Unbezwweifelt ist es und durch eine dem
Proclus (ad Tim. ed. Basil. p. 14) vom Olympiodor entlehnte Stelle, wie auch durch ein
spätes Scholion zum Pindar (Isthm. V, 2) erwiesen, daß die symbolisirende Gewohnheit,
gewisse Metalle den Planeten zu weihen, schon neu-platonischen alexandrinischen Vorstel-
lungen des 5ten Jahrhunderts zugehört. (Vergl. Olympiod. Comment. in Aristot.
Meteorol. cap. 7, 3 in Ideler's Ausgabe der Meteor. T. II. p. 163; auch T. I. p. 199
und 251.)

Wenn sich die Zahl der sichtbaren Planeten nach der frühesten Einschränkung der Be-
nennung auf 5, später mit Hinzufügung der großen Scheiben der Sonne und des Mon-
des auf 7 belief; so herrschten doch auch schon im Alterthum Vermuthungen, daß außer
diesen sichtbaren Planeten noch andere, lichtschwächere, ungesehene, vorhanden wären. Diese
Meinung wird von Simplicius als eine aristotelische bezeichnet. „Es sei wahrscheinlich, daß
solche dunkle Weltkörper, die sich um das gemeinsame Centrum bewegten, bisweilen Mond-
finsternisse so gut als die Erde veranlassen.“ Artemidorus aus Ephesus, den Strabo oft
als Geographen anführt, glaubte an unzählige solcher dunkeln kreisenden Weltkörper. Das
alte ideale Wesen, die Gegenerde (*ἀντιγῆ*) der Pythagoreer, gehört aber nicht in den

überspringen hat. Nun ist es bei einer periodischen Reihe gleichgültig, ob man eine gewisse Anzahl von Gliedern, oder diese Anzahl um irgend ein Multiplum der Gliederzahl der Periode (hier 7) vermehrt, überspringt. Ein Ueberspringen von 23 (= 3 · 7 + 2) Gliedern in der zweiten Methode, der der Planetenstunden, führt also zu demselben Resultate als die erste Methode der Decane, in welcher nur zwei Glieder übersprungen wurden.

Es ist schon in der letzten Anmerkung auf die merk-
würdige Aehnlichkeit zwischen dem vierten Wochentage, dies Mercurii, dem indischen Budha-vāra und dem altägyptischen Wodānes-dag (Jacob Grimm, Deutsche Mythologie 1844 Bd. I. S. 114) hingewiesen worden. Die von William Jones behauptete Identität des Religionsstifters Budha und des in nordischen Helensagen wie in der nordischen Culturgeschichte berühmten Geschlechts von Odin oder Wuotan und Wotan wird vielleicht noch mehr an Interesse gewinnen, wenn man sich des Namens Wotan, einer halb mythischen, halb historischen Person, in einem Theil des Neuen Continents erinnert, über die ich viele Notizen in meinem Werke über Monumente und Mythen der Eingebornen von America (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. I. p. 208 und 382-384, T. II. p. 356) zusammengetragen habe. Dieser amerikanische Wotan ist nach den Traditionen der Eingebornen von Chiapa und Soconusco Enkel des Mannes, welcher bei der großen Ueberschwemmung sich in einem Kasten rettete und das Menschengeschlecht erneuerte; er ließ große Bauwerke aufführen, während welcher (wie bei der mexicanischen Pyramide von Cholula) Sprachverwirrung, Kampf und Zerstreuung der Volksstämme erfolgten. Sein Name ging aus (wie der Odins-Namen im germanischen Norden) in das Calenderwesen der Eingebornen von Chiapa über. Nach ihm wurde eine der fünfständigen Perioden genannt, deren 4 den Monat der Chiapaneken wie der Azteken bildeten. Während bei den Azteken die Namen und Zeichen der Tage von Thieren und Pflanzen hergenommen waren, bezeichneten die Eingebornen von Chiapa (eigentlich Teochiapān) die Monatstage durch die Namen von 20 Anführern, welche, aus dem Norden kommend, sie so weit südlich geführt hatten. Die 4 hebenmüthigsten: Wotan oder Woban, Lambat, Een und Chi-

nar, eröffneten die kleinen Perioden fünfständiger Wochen, wie bei den Azteken die Symbole der vier Elemente. Wotan und die anderen Heerführer waren un-
streitig aus dem Stamme der im siebenten Jahrhundert einbrechenden Tolteken. Iztzilcochtli (sein christlicher Name war Fernando de Alva), der erste Geschichtsschreiber seines (des aztekischen) Volkes, sagt bestimmt in den Handschriften, die er schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts anfertigte, daß die Provinz Teochiapān und ganz Guatemala von einer Küste zur anderen von Tolteken bevölkert wurden; ja im Anfang der spanischen Eroberung lebte noch im Dorfe Teopyica eine Familie, welche sich rühmte von Wotan abzustammen. Der Bischof von Chiapa, Francisco Nuñez de la Bega, der in Guatemala einem Provincial-Concilium vorsah, hat in seinem Preambulo de las Constituciones diocesanas viel über die amerikanische Wotans-Sage gesammelt. Ob die Sage von dem ersten scandinavischen Odin (Odinn, Othinus) oder Wuotan, welcher von den Ufern des Don eingewandert sein soll, eine historische Grundlage habe, ist ebenfalls noch sehr unentschieden (Jacob Grimm, Deutsche Mythologie Bd. I. S. 120-150). Die Identität des amerikanischen und scandinavischen Wotan, freilich nicht auf bloße Klangähnlichkeit gegründet, ist noch eben so zweifelhaft als die Identität von Wuotan (Odinn) und Budha oder die der Namen des indischen Religionsstifters und des Planeten Budha.

Die Existenz einer siebenständigen peruanischen Woche, welche so oft als eine semitische Aehnlichkeit der Zeiteintheilung in beiden Continenten angeführt wird, beruht, wie schon der Vater Acosta (Hist. natural y moral de las Indias 1591 lib. VI cap. 3), der bald nach der spanischen Eroberung Peru besuchte, bewiesen hat, auf einem bloßen Irrthum; und der Inca Garcilaso de la Vega berichtigt selbst seine frühere Angabe (Parte I. lib. II cap. 35), indem er deutlich sagt: daß in jedem der Monate, die nach dem Monde gerechnet wurden, 3 Festtage waren, und daß das Volk 8 Tage arbeiten solle, um am 9ten auszuruhen (P. I. lib. VI. cap. 23). Die sogenannten peruanischen Wochen waren also von neun Tagen. S. meine Vues des Cordillères T. I. v. 341-343.)

Kreis dieser Abndungen. Erde und Gegenerde haben eine parallele, concentrische Bewegung; und die Gegenerde, erfonnen, um der sich planetarisch in 24 Stunden um das Centralfeuer bewegenden Erde die Rotations-Bewegung zu ersparen, ist wohl nur die entgegengesetzte Halbfugel, die Antipoden-Hälfte unseres Planeten*).

Wenn man von den jetzt bekannten 43 Haupt- und Nebenplaneten, dem Sechsfachen von den dem Alterthum bekannten planetarischen Weltkörpern, chronologisch, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, die 36 Gegenstände absondert, welche seit der Erfindung der Fernröhre erkannt worden sind; so erhält man für das 17te Jahrhundert neun, für das 18te Jahrhundert wieder neun, für das halbe 19te Jahrhundert achtzehn neu entdeckte.

Zeitfolge der planetarischen Entdeckungen (Haupt- und Nebenplaneten) seit der Erfindung des Fernrohrs im Jahr 1608.

A. Das siebzehnte Jahrhundert.

Vier Jupiterstrabanten: Simon Marius zu Anspach 29. Dec. 1609, Galilei 7. Jan. 1610 zu Padua.

Dreigestaltung des Saturn: Galilei Nov. 1610; Hevelius, Ansicht von 2 Seitenfläben 1656; Huygens, endliche Erkenntniß der wahren Gestalt des Ringes 17. Dec. 1657.

Der 6te Saturnstrabant (Titan): Huygens 25. März 1655.

Der 8te Saturnstrabant (der äußerste, Iapetus): Domin. Cassini Oct. 1671.

Der 5te Saturnstrabant (Rhea): Cassini 23. Dec. 1672.

Der 3te und 4te Saturnstrabant (Tethys und Dione): Cassini Ende März 1684.

B. Das achtzehnte Jahrhundert.

Uranus: William Herschel 13. März 1781 zu Bath.

Der 2te und 4te Uranustrabant: Will. Herschel 11. Jan. 1787.

Der 1ste Saturnstrabant (Mimas): Will. Herschel 28. Aug. 1789.

Der 2te Saturnstrabant (Enceladus): Will. Herschel 17. Sept. 1789.

Der 1ste Uranustrabant: Will. Herschel 18. Jan. 1790.

Der 5te Uranustrabant: Will. Herschel 9. Febr. 1790.

Der 6te Uranustrabant: Will. Herschel 28. Febr. 1794.

Der 3te Uranustrabant: Will. Herschel 26. März 1794.

C. Das neunzehnte Jahrhundert.

Ceres*: Piazzi zu Palermo 1. Januar 1801.

Pallas*: Olbers zu Bremen 28. März 1802.

Juno*: Harding zu Bienthal 1. Sept. 1804.

Vesta*: Olbers zu Bremen 29. März 1807.

(38 Jahre lang keine planetarische Entdeckung.)

Asträa*: Hende zu Driesen 3. Dec. 1845.

Neptun*: Galle zu Berlin 23. Sept. 1846.

Der 1ste Neptunstrabant: W. Lassell zu Starfield bei Liverpool, Nov. 1846; Bond zu Cambridge (V. St.).

Hebe*: Hende zu Driesen 1. Juli 1847.

Iris*: Hind zu London 13. Aug. 1847.

Flora*: Hind zu London 18. Oct. 1847.

Metis*: Graham zu Markree-Castle 25. April 1848.

Der 7te Saturnstrabant (Hyperion): Bond in Cambridge (V. St.) 16—19 Sept. 1848, Lassell zu Liverpool 19—20 Sept. 1848.

Hygiea*: De Gasparis zu Neapel 12. April 1849.

Parthenope*: De Gasparis zu Neapel 11. Mai 1850.

Der 2te Neptunstrabant: Lassell zu Liverpool 14. Aug. 1850.

Victoria*: Hind zu London 13. Sept. 1850.

Egeria*: De Gasparis zu Neapel 2. Nov. 1850.

Irene*: Hind zu London 19. Mai 1851 und De Gasparis zu Neapel 23. Mai 1851.

*) B d A über Philolaus S. 102 und 117.

Es sind in dieser Chronologischen Uebersicht*) die Hauptplaneten von den Nebenplaneten oder Trabanten (Satelliten) durch gesperrte Lettern unterschieden. Ein Sternchen ist der Classe von Hauptplaneten beigesetzt, welche eine eigene und sehr ausgedehnte Gruppe, gleichsam einen Ring von 33 Millionen geographischer Meilen Breite, zwischen Mars und Jupiter bilden, und gewöhnlich Kleine Planeten, auch wohl: telescopische, Coplaneten, Asteroiden oder Planetoiden, genannt werden. Von diesen sind 4 in den ersten sieben Jahren dieses Jahrhunderts und 10 in den leztverflossenen sechs Jahren aufgefunden worden: was minder der Vorzüglichkeit der Fernröhre als dem Fleiß und Geschick der Suchenden, wie besonders den verbesserten und mit Firsnernen 9ter und 10ter Größe bereicherten Sternkarten zuzuschreiben ist. Man erkennt jetzt leichter das Bewegte zwischen dem Unbewegten (s. oben S. 444). Die Zahl der Hauptplaneten ist genau verdoppelt, seitdem das erste Buch des Kosmos erschienen†) ist. So überschnell ist die Folge der Entdeckungen gewesen, die Erweiterung und Vervollkommenung der Topographie des Planetensystems.

2. Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen. — Wenn man in dem Sonnengebiet die Region der Kleinen Planeten zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiter, doch der ersteren im ganzen mehr genähert, als eine scheidende Zone räumlicher Abtheilung betrachtet, gleichsam als eine mittlere Gruppe; so bieten, wie schon früher bemerkt worden ist, die der Sonne näheren, inneren Planeten (Merkur, Venus, Erde und Mars) manche Aehnlichkeiten unter sich und Contraste mit den äußeren, der Sonne fernerer, jenseits der scheidenden Zone gelegenen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) dar. Die mittlere dieser drei Gruppen füllt kaum die Hälfte des Abstandes der Marsbahn von der Jupitersbahn aus. In dem Raume zwischen den zwei großen Hauptplaneten Mars und Jupiter ist der dem Mars nähere Theil bisher am reichsten gefüllt; denn wenn man in der Zone, welche die Asteroiden einnehmen, die äußersten, Flora und Hygiea, in Betrachtung zieht, so findet man, daß Jupiter mehr denn dreimal weiter von Hygiea absteht als Flora von Mars. Diese mittlere Planetengruppe hat den abweichendsten Charakter: durch ihre in einander verschlungenen, stark geneigten und excentrischen Bahnen; durch die beträchtliche Kleinheit ihrer Planeten. Die Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik steigt bei Juno auf $13^{\circ} 3'$, bei Hebe auf $14^{\circ} 47'$, bei Egeria auf $16^{\circ} 33'$, bei Pallas gar auf $34^{\circ} 37'$: während sie in derselben mittleren Gruppe bei Asträa bis $5^{\circ} 19'$, bei Parthenope bis $4^{\circ} 37'$, bei Hygiea bis $3^{\circ} 47'$ herabsinkt. Die sämtlichen Bahnen der Kleinen Planeten mit Neigungen geringer als 7° sind, vom Großen zum Kleinen übergehend, die von Flora, Metis, Iris, Asträa, Parthenope und Hygiea. Keine dieser Bahn-Neigungen erreicht indeß an Kleinheit die von Venus, Saturn, Mars, Neptun, Jupiter und Uranus. Die Excentricitäten übertreffen theilweise noch die des Merkur (0,206); denn Juno, Pallas, Iris und Victoria haben 0,255; 0,239; 0,232 und 0,218: während Ceres (0,076), Egeria (0,086) und Vesta (0,089) weniger excentrische Bahnen haben als Mars (0,093), ohne jedoch die übrigen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus) in der angenäherteren Kreisförmigkeit zu erreichen. Der Durchmesser der telescopischen Planeten ist fast unmeßbar klein; und nach Beobachtungen von Lamont in München und Mädler im Dorpater Refractor ist es wahrscheinlich, daß der größte der

*) In der Geschichte der Entdeckungen muß man die Epoche, in der eine Entdeckung gemacht wurde, von der ersten Veröffentlichung derselben unterscheiden. Durch Nichtachtung dieses Unterschiedes sind verschiedene und irrige Zahlen in astronomische Handbücher übergegangen. So z. B. hat Huggens den Stern Saturnustrabanten, Titan, am 25. März 1655 entdeckt (Huygenii Opera varia 1724 p. 523) und die Entdeckung erst am 5. März 1656 (Systema Saturnium 1659 p. 2) veröffentlicht. Huggens, welcher seit dem Monat März 1655 sich ununterbrochen mit dem Saturn beschäftigte, genoss schon der vollen unweifelhaften Ansicht des offenen Ringes am 17. December 1657 (Syst. Sat. p. 21), publicirte aber seine wissenschaftliche Erklärung aller Erscheinungen (Galilei hatte an jeder Seite des Planeten nur zwei absteigende, freisrunde Scheiben zu sehen geglaubt) erst im Jahr 1659.

†) Kosmos Buch I. S. 43. Vergl. auch Ende in Schumacher's Astr. Nachr. Bd. XXVI. 1848 No. 622 S. 347.

Kleinen Planeten auf's höchste 145 geogr. Meilen im Durchmesser hat; das ist $\frac{1}{5}$ des Merkur und $\frac{1}{12}$ der Erde.

Nennen wir die 4 der Sonne näheren Planeten, zwischen dem Ringe der Asteroiden (der Kleinen Planeten) und dem Centralkörper gelegen, innere Planeten; so zeigen sie sich alle von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und dabei langsam um ihre Achsen rotirend (in fast 24stündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet und bis auf einen (die Erde) gänzlich mondlos. Dagegen sind die 4 äußeren, sonnenferneren Planeten, zwischen dem Ringe der Asteroiden und den uns unbekannten Extremen des Sonnengebiets gelegen: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, mächtig größer, 5mal undichter, mehr als 2mal schneller in der Rotation um die Achse, stärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 20 zu 1. Die inneren Planeten sind alle kleiner als die Erde (Merkur und Mars $\frac{2}{5}$ und $\frac{1}{2}$ mal kleiner im Durchmesser); die äußeren Planeten sind dagegen 4,2- bis 11,2mal größer als die Erde. Die Dichtigkeit der Erde = 1 gesetzt, sind die Dichtigkeit der Venus und des Mars bis auf weniger als $\frac{1}{10}$ damit übereinstimmend; auch die Dichtigkeit des Merkur (nach Ende's aufgefundenen Merkurs-Masse) ist nur wenig größer. Dagegen übersteigt keiner der äußeren Planeten die Dichtigkeit $\frac{1}{4}$; Saturn ist sogar nur $\frac{1}{7}$, fast nur halb so undicht als die übrigen äußeren Planeten und als die Sonne. Die äußeren Planeten bieten dazu das einzige Phänomen des ganzen Sonnensystems, das Wunder eines, seinen Hauptplaneten frei umschwebenden festen Ringes, dar; auch Atmosphären, welche durch die Eigenthümlichkeit ihrer Verdickungen sich unserem Auge als veränderliche, ja im Saturn bisweilen als unterbrochene Streifen darstellen.

Obgleich bei der wichtigen Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen von inneren und äußeren Planeten generelle Eigenschaften der absoluten Größe, der Dichtigkeit, der Abplattung, der Geschwindigkeit in der Rotation, der Mondlosigkeit sich als abhängig von den Abständen, d. i. von ihren halben großen Bahn-Axen, zeigen; so ist diese Abhängigkeit in jeder einzelnen dieser Gruppen keinesweges zu behaupten. Wir kennen bisher, wie ich schon früher bemerkt, keine innere Nothwendigkeit, kein mechanisches Naturgesetz, das (wie das schöne Gesetz, welches die Quadrate der Umlaufzeiten an die Würfel der großen Axen bindet) die eben genannten Elemente für die Reihenfolge der einzelnen planetarischen Weltkörper jeder Gruppe in ihrer Abhängigkeit von den Abständen darstellte. Wenn auch der der Sonne nächste Planet, Merkur, der dichteste, ja 6- oder 8mal dichter als einzelne der äußeren Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, ist; so zeigt sich doch die Reihenfolge bei Venus, Erde und Mars, oder bei Jupiter, Saturn und Uranus als sehr unregelmäßig. Die absoluten Größen sehen wir, wohl im allgemeinen, wie schon Kepler bemerkt (*Harmonice Mundi* V., 4 p. 194; *Kosmos* Buch I. S. 43), aber nicht einzeln betrachtet, mit den Abständen wachsen. Mars ist kleiner als die Erde, Uranus kleiner als Saturn, Saturn kleiner als Jupiter; und dieser folgt unmittelbar auf eine Schaar von Planeten, welche wegen ihrer Kleinheit fast unmeßbar sind. Die Rotationszeit nimmt im allgemeinen freilich mit der Sonnenferne zu; aber sie ist bei Mars wieder langsamer als bei der Erde, bei Saturn langsamer als bei Jupiter.

Die Welt der Gestaltungen, ich wiederhole es, kann in der Aufzählung räumlicher Verhältnisse nur geschildert werden als etwas Thatsächliches, als etwas Daseiendes (Wirkliches) in der Natur; nicht als Gegenstand intellectuellder Schlussfolge, schon erkannter ursachlicher Verketzung. Kein allgemeines Gesetz ist hier für die Himmelsräume aufgefunden, so wenig als für die Erdräume in der Lage der Culminationspunkte der Bergketten oder in der Gestaltung der einzelnen Umrisse der Continente. Es sind Thatsachen der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, unter uns unbekannt gebliebenen Bedingungen wirkender Wurf- und Anziehungskräfte. Wir treten hier mit gespannter und unbefriedigter Neugier in das dunkle Gebiet des Werdens. Es handelt sich hier, im

eigentlichsten Sinne des so oft gemißbrauchten Wortes, um Weltbegebenheiten, um kosmische Vorgänge in für uns unermessbaren Zeiträumen. Haben sich die Planeten aus kreisenden Ringen dunstförmiger Stoffe gebildet: so muß die Materie, als sie sich nach dem Vorherrschenden einzelner Attractionspunkte zu ballen begann, eine unabsehbare Reihe von Zuständen durchlaufen sein, um bald einfache, bald verschlungene Bahnen; Planeten von so verschiedener Größe, Abplattung und Dichte, mondlose und mondreich, ja in einen festen Ring verschmolzene Satelliten zu bilden. Die gegenwärtige Form der Dinge und die genaue numerische Bestimmung ihrer Verhältnisse hat uns bisher nicht zur Kenntniß der durchlaufenen Zustände führen können, nicht zu klarer Einsicht in die Bedingungen, unter denen sie entstanden sind. Diese Bedingungen dürfen aber darum nicht zufällig heißen: wie dem Menschen alles heißt, was er noch nicht genetisch zu erklären vermag.

3. Absolute und scheinbare Größe; Gestaltung. — Der Durchmesser des größten aller Planeten, Jupiters, ist 30mal so groß als der Durchmesser des kleinsten der sicher bestimmten Planeten, Merkurs; fast 11mal so groß als der Durchmesser der Erde. Beinahe in demselben Verhältniß steht Jupiter zur Sonne. Die Durchmesser beider sind nahe wie 1 zu 10. Man hat vielleicht irrig behauptet, der Größen-Abstand der Meteorsteine, die man geneigt ist für kleine planetarische Körper zu halten, zur Vesta, welche nach einer Messung von Mädler 66 geogr. Meilen im Durchmesser, also 80 Meilen weniger hat wie Pallas nach Lament, sei nicht bedeutender, als der Größen-Abstand der Vesta zur Sonne. Nach diesem Verhältnisse müßte es Meteorsteine von 517 Fuß im Durchmesser geben. Feuerfugeln haben, so lange sie scheibenartig erscheinen, allerdings bis 2600 Fuß Durchmesser.

Die Abhängigkeit der Abplattung von der Umdrehungs-Geschwindigkeit zeigt sich am auffallendsten in der Vergleichung der Erde als eines Planeten der inneren Gruppe (Not. 23^h 56', Abpl. 1¹/₂₄₆) mit den äußeren Planeten Jupiter (Not. 9^h 55', Abpl. nach Arago 1¹/₁₇, nach Jahn Herschel 1¹/₁₅) und Saturn (Not. 10^h 29', Abpl. 1¹/₁₀). Aber Mars, dessen Rotation sogar noch 41 Minuten langsamer ist als die Rotation der Erde, hat, wenn man auch ein viel schwächeres Resultat als das von William Herschel annimmt, doch immer sehr wahrscheinlich eine viel größere Abplattung. Liegt der Grund dieser Anomalie, in so fern die Oberflächen-Gestalt des elliptischen Sphäroids der Umdrehungs-Geschwindigkeit entsprechen soll, in der Verschiedenheit des Gesetzes der zunehmenden Dichtigkeiten auf einander liegender Schichten gegen das Centrum hin? oder in dem Umstand, daß die flüssige Oberfläche einiger Planeten früher erhärtet ist, als sie die ihrer Rotations-Geschwindigkeit zugehörige Figur haben annehmen können? Von der Gestaltung der Abplattung unseres Planeten hangen, wie die theoretische Astronomie beweist, die wichtigen Erscheinungen des Zurückweichens der Aequinoctial-Punkte oder des scheinbaren Vorrückens der Gestirne (Präcession), die der Nutation (Schwankung der Erdbachse) und der Veränderung der Schiefe der Ekliptik ab.

Die absolute Größe der Planeten und ihre Entfernung von der Erde bestimmen ihren scheinbaren Durchmesser. Der absoluten (wahren) Größe nach haben wir die Planeten, von den kleineren zu den größeren übergehend, also zu reihen:

die in ihren Bahnen verschlungenen, kleinen Planeten, deren größte Pallas und Vesta zu sein scheinen;

Merkur,	Erde,	Uranus,
Mars,	*	Saturn,
Venus,	Neptun,	Jupiter.

In der mittleren Entfernung von der Erde hat Jupiter einen scheinbaren Aequatorial-Durchmesser von 38",4, wenn derselbe bei der, der Erde an Größe ohngefähr gleichen Venus, ebenfalls in mittlerer Entfernung, nur 16",9; bei Mars 5",8 ist. In der unteren Conjunction wächst aber der scheinbare Durchmesser der Scheibe der Venus bis 62", wenn

der des Jupiter in der Opposition nur eine Vergrößerung bis 46" erreicht. Es ist hier nothwendig zu erinnern, daß der Ort in der Bahn der Venus, an welchem sie uns im hellsten Lichte erscheint, zwischen ihre untere Conjunction und ihre größte Digression von der Sonne fällt, weil da die schmale Lichtsichel wegen der größten Nähe zu der Erde das intensivste Licht giebt. Im Mittel erscheint Venus am herrlichsten leuchtend, ja in Abwesenheit der Sonne Schatten werfend, wenn sie 40° östlich oder westlich von der Sonne entfernt ist; dann beträgt ihr scheinbarer Durchmesser nur an 40" und die größte Breite der beleuchteten Phase kaum 10".

Scheinbarer Durchmesser von 7 Planeten:

Merkur in mittlerer Entfernung	6",7	(oscillirt von 4",4 bis 12")
Venus " " "	16",9	(oscillirt von 9",5 bis 62")
Mars " " "	5",8	(oscillirt von 3",3 bis 23")
Jupiter " " "	38",4	(oscillirt von 30" bis 46")
Saturn " " "	17",1	(oscillirt von 15" bis 20")
Uranus " " "	3",9	
Neptun " " "	2",7	

Das Volumen der Planeten im Verhältniß zur Erde ist bei

Merkur wie	1 : 16,7	Jupiter wie	1414 : 1
Venus "	1 : 1,05	Saturn "	735 : 1
Erde "	1 : 1	Uranus "	82 : 1
Mars "	1 : 7,14	Neptun "	108 : 1

während das Volum der Sonne zu dem der Erde = 1407124 : 1 ist. Kleine Aenderungen der Messungen des Durchmessers vergrößern die Angaben der Volumina in Verhältniß des Cubus.

Die ihren Ort verändernden, den Anblick des gestirnten Himmels anmuthig belebenden Planeten wirken gleichzeitig auf uns durch die Größe ihrer Scheiben und ihre Nähe; durch Farbe des Lichts; durch Scintillation, die einigen Planeten in gewissen Lagen nicht ganz fremd ist; durch die Eigenthümlichkeit, mit der ihre verschiedenartigen Oberflächen das Sonnenlicht reflectiren. Ob eine schwache Lichtentwicklung in den Planeten selbst die Intensität und Beschaffenheit ihres Lichtes modificire, ist ein noch zu lösendes Problem.

Reihung der Planeten und ihre Abstände von der Sonne. — Um das bisher entdeckte Planetensystem als ein Ganzes zu umfassen und in seinen mittleren Abständen von dem Centralkörper, der Sonne, darzustellen, liefern wir die nachfolgende Tabelle, in welcher, wie es immer in der Astronomie gebräuchlich gewesen, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne (20682000 geogr. Meilen) zur Einheit angenommen ist. Wir fügen später bei den einzelnen Planeten die größten und kleinsten Entfernungen von der Sonne im Aphel und Perihel hinzu: je nachdem der Planet in der Ellipse, deren Brennpunkt die Sonne einnimmt, sich in demjenigen Endpunkte der großen Ase (Abständlinie) befindet, welcher dem Brennpunkte am fernsten oder am nächsten ist. Unter der mittleren Entfernung von der Sonne, von welcher hier allein die Rede ist, wird das Mittel aus der größten und kleinsten Entfernung, oder die halbe große Ase der Planetenbahn, verstanden. Auch ist zu bemerken, daß die numerischen Data hier wie bisher, und so auch im Folgenden, größtentheils aus Hansen's sorgfältiger Zusammenstellung der Planeten-Elemente in Schumacher's Jahrbuch für 1837 entnommen sind. Wo die Data sich auf Zeit beziehen, gelten sie bei den älteren und größeren Planeten für das Jahr 1800; bei Neptun aber für 1851, mit Benutzung des Berliner astronomischen Jahrbuchs von 1853. Die weiter unten folgende Zusammenstellung der kleinen Planeten, deren Mittheilung ich der Freundschaft des Dr. Walle verdanke, bezieht sich durchgängig auf neuere Epochen.

Abstände der Planeten von der Sonne

Merkur	0,38709	Erde	1,00000
Venus	0,72333	Mars	1,52369.

Kleine Planeten:

Flora	2,202	Hebe	2,425	Juno	2,669
Victoria . . .	2,335	Parthenope . .	2,448	Ceres	2,768
Vesta	2,362	Pyrene	2,553	Pallas	2,773
Iris	2,385	Astraea	2,577	Hygiea	3,151
Metis	2,386	Egeria	2,579		
Jupiter	5,20277	Uranus	19,18230		
Saturn	9,53885	Neptun	30,03628		

Die einfache Beobachtung der sich von Saturn und Jupiter bis Mars und Venus schnell vermindern den Umlaufzeiten hatte, bei der Annahme, daß die Planeten an bewegliche Sphären gefestigt seien, sehr früh auf Abhandlungen über die Abstände dieser Sphären von einander geführt. Da unter den Griechen von Aristarch von Samos und der Errichtung des alexandrinischen Museums von methodisch angestellten Beobachtungen und Messungen keine Spur zu finden ist; so entstand eine große Verschiedenheit in den Hypothesen über die Reihung der Planeten und ihre relativen Abstände: sei es, wie nach dem am meisten herrschenden Systeme, über die Abstände von der im Centrum ruhenden Erde; oder, wie bei den Pythagoreern, über die Abstände von dem Heerd des Weltalls, der Hestia. Man schwankte besonders in der Stellung der Sonne, d. h. in ihrer relativen Lage gegen die unteren Planeten und den Mond*). Die Pythagoreer, denen Zahl die Quelle der Erkenntniß, die Wesenheit der Dinge war, wandten ihre Zahlentheorie, die alles verschmelzende Lehre der Zahlenverhältnisse auf die geometrische Betrachtung der früh erkannten 5 regelmäßigen Körper, auf die musikalischen Intervalle der Töne, welche die Accorde bestimmen und verschiedene Klanggeschlechter bilden, ja auf den Weltbau selbst an: abendend, daß die bewegten, gleichsam schwingenden, Klangwellen erregenden Planeten nach den harmonischen Verhältnissen ihrer räumlichen Intervalle eine Sphärenmusik hervorrufen müßten. „Diese Musik,“ setzen sie hinzu, „würde dem menschlichen Ohre vernehmbar sein, wenn sie nicht, eben darum weil sie perpetuirlich ist und weil der Mensch von Kindheit auf daran gewöhnt ist, überhört würde†.“ Der harmonische Theil der pythagorischen Zahlenlehre schloß sich so der figürlichen Darstellung des Kosmos an, ganz im Sinne des Platonischen Timäus; denn die Kosmogonie ist dem Plato das Werk der von der Harmonie zu Stande gebrachten Vereinigung entgegengesetzter Ugründe‡.“ Er versucht sogar in einem anmuthigen Bilde die Welttöne zu versinnlichen, indem er auf jede der Planetensphären eine Sirene setzt, die, von den ersten Töchtern der Nothwendigkeit, den drei Mören, unterstützt, die ewige Umlaufung der Weltspindel fördern§). Eine solche Darstellung der Sirenen, an deren Stelle bisweilen als Himmelsfängerinnen die Musen treten, ist uns in antiken Kunstdenkmälern, besonders in geschnittenen Steinen, mehrfach erhalten. Im christlichen Alterthume, wie im ganzen Mittelalter,

*) Bösch de Platonico syst. p. XXIV und im Philolaos S. 100. Die Planetenfolge, welche, wie wir eben gesehen (Anm. *) S. 545), zu der Benennung der Wochentage nach Planetengöttern Anlaß gegeben hat, die des Geminus, wird bestimmt von Ptolemäus (Almag. XI cap. 1) die älteste genannt. Er tadelt die Motive, nach denen, die Neueren Venus und Merkur jenseit der Sonne gesetzt haben.“

†) Die Pythagoreer behaupteten, um die Wirklichkeit der durch den Sphären-Umwicklung hervorgebrachten Töne zu rechtfertigen: man höre nur da, wo sich Abwechselung von Laut und Schweigen finde. Aristot. de Coelo II, 9 pag. 290 no. 24–30 Better. Auch

durch Betäubung wurde das Nicht-Hören der Sphärenmusik entschuldigt; Cicero de rep. VI, 18). Aristoteles selbst nennt die pythagorische Tonmythe artig und geistreich (κομψὸς καὶ περὶ τὰς), aber unwarhaft (l. o. no. 12–15).

‡) Bösch im Philolaos S. 90.
§) Plato de republica X p. 617. Er schätzt die Planeten-Abstände nach zwei ganz verschiedenen Progreßionen: einer durch Verdoppelung, der anderen durch Verdreifachung, woraus die Reihe 1. 2. 3. 4. 9. 8. 27 entsteht. Es ist dieselbe Reihe, welche man im Timäus findet da, wo von der arithmetischen Theilung der Weltseele (p. 36 Steph.), welche der Demiurgus vornimmt,

von Basilius dem Großen an bis Thomas von Aquino und Petrus Alliacus, wird der Harmonie der Sphären noch immer, doch meist tadelnd, gedacht *).

Am Ende des sechzehnten Jahrhunderts erwachten in dem phantasiereichen Kepler wieder alle pythagorischen und platonischen Weltansichten, gleichzeitig die geometrischen wie die musikalischen. Kepler baute, nach seinen naturphilosophischen Phantasien, das Planetensystem erst in dem *Mysterium cosmographicum* nach der Norm der 5 regulären Körper, welche zwischen die Planetensphären gelegt werden können, dann in der *Harmonice Mundi* nach den Intervallen der Töne auf †). Von der Geselchlichkeit in den relativen Abständen der Planeten überzeugt, glaubte er das Problem durch eine glückliche Combination seiner früheren und späteren Ansichten gelöst zu haben. Auffallend genug ist es, daß Tycho de Brahe, den wir sonst immer so streng an die wirkliche Beobachtung gefesselt finden, schon vor Kepler die von Rothmann bestrittene Meinung geäußert hätte, daß die freisenden Weltkörper die Himmelsluft (was wir jetzt das widerstehende Mittel nennen) zu erschüttern vermöchten, um Töne zu erzeugen ‡). Die Analogien der Tonverhältnisse mit den Abständen der Planeten, denen Kepler so lange und so mühsam nachspürte, blieben aber, wie mir scheint, bei dem geistreichen Forscher ganz in dem Bereich der Abstractionen. Er freut sich, zu größerer Verherrlichung des Schöpfers, in den räumlichen Verhältnissen des Kosmos musikalische Zahlenverhältnisse entdeckt zu haben; er läßt, wie in dichterischer Begeisterung, „Venus zusammen mit der Erde in der Sonnenferne Dur, in der Sonnennähe Molli spielen: ja der höchste Ton des Jupiter und der der Venus müssen im Molli-Accord zusammentreffen.“ Trotz aller dieser so häufig gebrauchten, und doch nur symbolisirenden, Ausdrücke sagt Kepler bestimmt: jam soni in coelo nulli existunt, nec tam turbulentus est motus, ut ex attritu aurae coelestis eliciatur stridor. (*Harmonice Mundi* lib. V. cap. 4.) Der dünnen und heiteren Weltluft (aura coelestis) wird hier also wieder gedacht.

Die vergleichende Betrachtung der Planeten-Intervalle mit den regelmäßigen Körpern, welche diese Intervalle ausfüllen müssen, hatte Kepler ermutigt seine Hypothesen selbst bis auf die Fixsternwelt auszudehnen ||). Was bei der Auffindung der Ceres und der anderen sogenannten kleinen Planeten an die pythagorischen Combinationen Kepler's zuerst wieder lebhaft erinnert hat, ist dessen, fast vergessene Aeußerung gewesen über die wahrscheinliche Existenz eines noch ungesehenen Planeten in der großen planetenlosen Luft zwischen Mars und Jupiter. (Motus semper distantiam pone sequi videtur; atque ubi magnus hiatus erat inter orbes, erat et inter motus.)

gehandelt wird. Plato hat nämlich die beiden geometrischen Progressionen 1. 2. 4. 8 und 1. 3. 9. 27 zusammen betrachtet, und so abwechselnd jede nächstfolgende Zahl aus einer der zwei Reihen genommen, woraus die oben angeführte Folge 1. 2. 3. 4. 9. . . . entsteht. Vergl. Bösch in den Studien von Daub und Kreuzer *Bd. III. S. 34-43*; Martin, *Etudes sur le Timée* T. I. p. 384 und T. II. p. 64. (Vergl. auch Prevost sur l'âme d'après Platon in den *Mém. de l'Acad. de Berlin* pour 1802 p. 90 und 97; denselben in der *Bibliothèque britannique, Sciences et arts* T. XXXVII. 1808 p. 153.)

*) S. die scharfsinnige Schrift des Prof. Ferdinand Iber: *Von der Harmonie der Sphären* 1850 S. 12-18. Das vermeintliche Verhältniß von 7 Vocalen der alt-ägyptischen Sprache zu den 7 Planeten, und Gustav Seyffarth's, schon durch Boega's und Tölken's Untersuchungen widerlegte Auffassung von astrologischen vocalischen Hymnen ägyptischer Priester, nach Stellen des Pseudo-Demetrius Palaeus (vielleicht Demetrius aus Alexandrien), einem Epigramme des Eusebius und einem griechischen Manuscript in Leiden, ist von J. F. L. dem Sohne (Hermanson 1841 *Pars I. p. 196-214*) umständlich und mit kritischer Gelehrsamkeit behandelt

worben. (Vergl. auch Robeck, *Aglaoph. T. II. p. 932.*)

†) Ueber die allmähliche Entwicklung der musikalischen Ideen von Kepler s. Apelt's *Commentar der Harmonices Mundi* in seiner Schrift: *Johann Kepler's Weltansicht* 1849 S. 76-116. (Vergl. auch Delambre, *Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 352-360.*)

‡) *Rosmos* *Bd. II. S. 360.*

||) Tycho hatte die feststehenden Sphären, in welche die Planeten eingeseht sind, vernichtet. Kepler lobt das Unternehmen; aber er beharrt doch bei der Vermuthung, daß die Fixstern-Sphäre eine feste Kugelschale von 2 deutschen Meilen Dicke sei, an der 12 Fixsterne erster Größe glänzen, die alle in gleicher Weite von uns stehen und eine eigene Beziehung zu den Ecken eines Icosäeders haben. Die Fixsterne lumina sua ab intus emittunt; auch die Planeten hielt er lange für selbstleuchtend, bis ihn Galilei eines Besseren belehrte! Wenn er auch, wie mehrere unter den Alten und Giordano Bruno, alle Fixsterne für Sonnen wie die unsrigen hielt; so war er doch der Meinung, die er erwo gen, daß alle Fixsterne von Planeten umgeben seien, nicht so zugehan, als ich früher (*Rosmos* *Buch II. S. 367*) behauptet habe. Vergl. Apelt a. a. D. S. 21-24.

„Ich bin kühner geworden,“ sagt er in der Einleitung zum *Mystorium cosmographicum*, „und setze zwischen Jupiter und Mars einen neuen Planeten, wie auch (eine Behauptung, die weniger glücklich war und lange unbeachtet*) blieb) einen anderen Planeten zwischen Venus und Merkur; man hat wahrscheinlich beide ihrer außerordentlichen Kleinheit wegen nicht gesehen †.“ Später fand Kepler, daß er dieser neuen Planeten für sein Sonnensystem nach den Eigenschaften der regelmäßigen Körper nicht bedürfe; es komme nur darauf an, den Abständen der alten Planeten eine kleine Gewalt anzuthun. („Non reperies novos et incognitos Planetas, ut paulo antea, interpositos, non ea mihi probatur audacia; sed illos veteres parum admodum laxatos.“ *Myst. cosmogr.* p. 10.) Die geistigen Richtungen Kepler's waren den Pythagoräischen und noch mehr den in Timäus ausgesprochenen Platonischen so analog, daß, so wie Plato (*Gratyl.* p. 409) in den sieben Planetensphären neben der Verschiedenheit der Töne auch die der Farben fand, Kepler ebenfalls (*Astron. opt. cap. 6 pag. 261*) eigene Versuche anstellte, um an einer verschiednen erleuchteten Tafel die Farben der Planeten nachzuahmen. War doch der große, in seinen Vernunftschlüssen immer so strenge Newton ebenfalls noch geneigt, wie schon Prevost (*Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93*) bemerkt, die Dimension der 7 Farben des Spectrums auf die diatonische Scale zu reduciren ‡).

Die Hypothese von noch unbekannten Gliedern der Planetenreihe des Sonnensystems erinnert an die Meinung des hellenischen Alterthums: daß es weit mehr als 5 Planeten gebe; dies sei ja nur die Zahl der beobachteten, viele andere aber blieben ungesehen wegen der Schwäche ihres Lichtes und ihrer Stellung. Ein solcher Ausdruck ward besonders dem Artemidor aus Ephesus zugeschrieben||). Ein anderer althellenischer, vielleicht selbst ägyptischer Glaube scheint der gewesen zu sein: „daß die Himmelskörper, welche wir jetzt sehen, nicht alle von je her zugleich sichtbar waren.“ Mit einem solchen physischen oder vielmehr historischen Mythos hängt die sonderbare Form des Lobes eines hohen Alters zusammen, das einige Volkstämme sich selbst beilegen. So nannten sich Proselenen die vorhellenischen pelagischen Bewohner Arkadiens: weil sie sich rühmten früher in ihr Land gekommen zu sein, als der Mond die Erde begleitete. Vorhellenisch und vormondlich waren synonym. Das Erscheinen eines Gestirns wurde als eine Himmelsbegebenheit ge-

*) Erst im Jahr 1821 hat De La Mbre in der *Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 314*, in seinen astronomisch, aber nicht astrologisch vollständigen Auszügen aus Kepler's sämtlichen Werken p. 314–615, auf den Planeten aufmerksam gemacht, den Kepler zwischen Merkur und Venus vermutete. „On n'a fait aucune attention à cette supposition de Kepler, quand on a formé des projets de découvrir la planète qui (selon une autre de ses prédictions) devait circuler entre Mars et Jupiter.“

†) Die merkwürdige Stelle über eine auszufüllende Kluft (hiatus) zwischen Mars und Joviter findet sich in Kepler's *Prodromus Dissertationum cosmographicarum, continens Mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium coelestium*, 1596 p. 8: cum igitur hac non succederet, alia via, mirum quam audaci, tentavi aditum. Inter Jovem et Martem interposui novam Planetam, itemque alium inter Venerem et Mercurium, quos duos forte ob exilitatem non videamus, iisque sua tempora periodica ascripsi. Sic enim existimabam me aliquam aequalitatem proportionum effecturum, quae proportionem inter binos versus Solem ordine minueretur, versus fixas angrescerent: ut propior est Terra Veneri quantitate orbis terrestri, quam Mars Terrae, in quantitate orbis Martis. Verum hoc pacto neque unus planetæ interpositio sufficiebat ingenti hiato, Jovem inter et Martem: manebat enim major Jovis ad illum novum proportio, quam est Saturni ad Jovem. Rursus alio modo exploravi...

Kepler war 25 Jahr alt, da er dies schrieb. Man sieht, wie sein beweglicher Geist Hypothesen aufstellte, und schnell wieder verließ, um sie mit anderen zu vertauschen. Immer blieb ihm ein hoffnungsvolles Vertrauen, selbst da es sich zu entdecken, wo unter den mannigfaltigsten Störungen der Attractionkräfte (Störungen, deren Combination, wie so viel in der Natur Geschehenes und Gestaltetes, wegen Unbekanntheit mit den begleitenden Bedingungen incalculabel ist) die Materie sich in Planetenfiguren geballt hat, freisend: bald einzeln, in einfachen, unter einander fast parallelen; bald gruppenweise, in wunderbar verschlungenen Bahnen.

‡) Newtoni *Opuscula mathematica, philosophica et philologica* 1744 T. II. Opusc. XVIII. p. 246: chordam musicæ divisam potius adhibui, non tantum quod cum phaenomenis (lucis) optime convenit, sed quod fortasse, aliquid circa colorum harmonias (quarum pictores non penitus ignari sunt), sonorum concordantiis fortasse analogas, involvat. Quemadmodum verisimilius videbitur animadvertenti affinitatem, quae est inter extimam Purpuram (Violarum colorem) ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavae terminos (qui pro anisonis quodammodo haberi possunt) reperitur... Vergl. auch Prevost in den *Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93*.

||) Seneca, *Nat. Quaest.* VII, 13: non has tantum stellas quinque discurre, sed solas observatas esse: ceterum innumerabiles ferri per occultum.

schildert, wie die Deucalionische Fluth eine Erbbegebenheit war. Apulejus (Apologia Vol. II. p. 494 ed. Dindendorp; *Rosmos* Buch II. S. 288 Anm. ||) dehnte die Fluth bis auf die gütulischen Gebirge des nördlichen Afrika's aus. Bei Appollonius Rhodius, der nach alexandrinischer Sitte gern alten Mustern nachahmte, heißt es von der frühen Ansiedelung der Aegypter im Niltale: „noch kreisten nicht am Himmel die Gestirne alle; noch waren die Danaer nicht erschienen, nicht das Deucalionische Geschlecht*.“ Diese wichtige Stelle erläutert das Lob des pelagischen Arkadien.

Ich schließe diese Betrachtungen über die Abstände und räumliche Reihung der Planeten mit einem Gesetze, welches eben nicht diesen Namen verdient, und das Lalande und Delambre ein Zahlen spiel, Andere ein mnemonisches Hülfsmittel nennen. Es hat dasselbe

*) Da mich die Erklärungen, welche von dem Ursprunge der im Alterthum so weit verbreiteten astronomischen Mythe der Proselenen Heyne (De Arcadibus luna antiquioribus, in Opus. acad. Vol. II. p. 332) gegeben hat, nicht befriedigen konnten; so war es mir eine große Freude, von meinem scharfsinnigen philologischen Freunde, Professor Johannes Franz, durch einfache Ideen-Combination, eine neue und sehr glückliche Lösung des vielbehandelten Problems zu erhalten. Es hängt diese Lösung weder mit dem Kalender-Einrichtungen der Arkader, noch mit ihrem Mond-Cultus zusammen. Ich beschränke mich hier auf den Auszug einer unedirten, mehr umfassenden Arbeit. In einem Werke, in welchem ich mir zum Gesetze gemacht habe, recht oft die Gesamtheit unsres jetzigen Wissens an das Wissen des Alterthums, ja an wirkliche oder wenigstens von Vielen geglaubte Traditionen anzuknüpfen, wird diese Erläuterung einem Theil meiner Leser nicht unwillkommen sein.

„Wir beginnen mit einigen Hauptstellen, die bei den Alten von den Proselenen handeln. Stephanus von Byzanz (v. *Ἀρκάς*) nennt den Logographen Hippys aus Rhegium, einen Zeitgenossen von Darius und Xerxes, als den ersten, der die Arkader *προσέλωνες* genannt habe. Die Scholasten ad Apollon. Rhod. IV, 264 und ad Aristoph. Nub. 397 sagen übereinstimmend: Das hohe Alterthum der Arkader erhebt am meisten daraus, daß sie *προσέλωνοι* hießen. Sie scheinen vor dem Monde da gewesen zu sein, wie denn auch Eudorus und Theodorus sagen; Letzterer fuhr hinzu, es sei kurz vor dem Kampfe des Hercules der Mond erschienen. In der Staatsverfassung der Thegeaten meldet Aristoteles: die Barbaren, welche Arkadien bewohnten, seien von den späteren Arkadern vertrieben worden, ehe der Mond erschien, darum sie auch *προσέλωνοι* genannt worden. Andere sagen, Endymion habe die Umläufe des Mondes entdeckt; da er aber ein Arkader war, seien die Arkader nach ihm *προσέλωνοι* genannt worden. Tadelnd spricht sich Lucian (astrolog. 26) aus. Nach ihm sagen auch Anaxagoras und aus Theophrast die Arkader, sie seien früher da gewesen als der Mond. In Schol. ad Aeschyl. Prom. 436 wird bemerkt: *προσεχόμενον* heiße *εἰςβρίθμενον*; woher denn auch die Arkader *προσέλωνοι* genannt werden, weil sie übermüthig sind. Die Stellen des Diodorus über das vormondliche Dasein der Arkader sind allgemein bekannt. — In neuester Zeit ist sogar der Gedanke aufgetaucht: das ganze Alterthum habe sich von der Form *προσέλωνοι* täuschen lassen; das Wort (eigentlich *προέλωνοι*) bedeute bloß vor hellenisch, da allerdings Arkadien ein pelagisches Land sei.“

„Wenn nun nachgewiesen werden kann,“ fährt Professor Franz fort, „daß ein anderes Volk seine Abstammung mit einem andern Gestirn in Verbindung brachte, so wird man der Mühe überhoben, zu täuschenden Etymologien seine Zuflucht zu nehmen. Diese Art des Nachweises ist aber in besser Form vorhanden. Der gelehrte Rhetor Menander (um das Jahr 270 nach Chr.) sagt wörtlich in seiner Schrift de enoemiis (sect. II cap. 3 ed. Perren), wie folgt: Als drittes Moment für das

Loben des Gegenstandes gilt die Zeit: dies ist bei allem Ältesten der Fall: wenn wir ausagen von einer Stadt oder von einem Lande, sie seien angebaut worden vor dem und dem Gestirn, oder mit den Gestirnen, vor der Ueberschwemmung oder nach der Ueberschwemmung; wie die Athener behaupten, sie seien mit der Sonne entstanden, die Arkader vor dem Monde, die Delpher gleich nach der Ueberschwemmung: denn dies sind Absätze und gleichsam Anfangspunkte in der Zeit.

„Also Delphi, dessen Zusammenhang mit der Deucalionischen Fluth auch sonst bezeugt ist (Pausan. X, 6), wird von Arkadien, Arkadien wird von Athen übertroffen. Ganz übereinstimmend hiermit drückt sich der ältere Myster nachahmende Apollonius Rhodius IV, 261 aus, wo er sagt, Aegypten sei vor allen andern Ländern bewohnt gewesen: „noch nicht kreisten am Himmel die Gestirne alle; noch waren die Danaer nicht da, nicht das deucalionische Geschlecht; vorhanden waren nur die Arkader: die, von denen es heißt, daß sie vor dem Monde lebten, Eichen essend auf den Bergen. Eben so sagt Nonnus XII von dem syrischen Beros, es sei vor der Sonne bewohnt gewesen.“

„Eine solche Gewohnheit, aus Momenten der Welt-Construction Zeitbestimmungen zu entnehmen, ist ein Kind der Anfangungs-Periode, in welcher alle Gebilde noch mehr Lebendigkeit haben, und gehört zunächst der genealogischen Local-Poesie an. So ist es selbst nicht unwahrscheinlich, daß die durch einen arkadischen Dichter besungene Sage von dem Gigantenkampf in Arkadien, auf welche sich die oben angeführten Worte des alten Theodorus beziehen (den einige für einen Samothracier halten und dessen Werk sehr umfangreich gewesen sein muß), Veranlassung zur Verbreitung des Epythetons *προσέλωνοι* für die Arkader gegeben habe.“ Ueber den Doppelnamen: „Arkades Pelasgoi“ und den Gegenstand einer älteren und jüngeren Bevölkerung Arkadiens voral. die vortreffliche Schrift: „der Peloponnesos“ von Ernst Curtius S. 1851 S. 160 und 180. Auch im Neuen Continente finden wir, wie ich an einem andern Orte gezeigt (s. meine Kleinen Schriften Bb. I. S. 116), auf der Hochebene von Bogota den Völkernamen der *Mupaca* oder *Mopaca*, welcher in seinen historischen Vortheilen sich eines proselenischen Alters rühmte. Die Entstehung des Mondes hängt mit der Sage von einer großen Fluth zusammen, welche ein Weib, das den Wundermann Votischta begleitete, durch ihre Hauberfünte veranlaßt hatte. Votischta verjagte das Weib (Gnythaca oder Schia genannt). Sie verließ die Erde und wurde der Mond, welcher bis dahin den Muzasas noch nie geleuchtet hatte.“ Votischta, des Menschengeschlechts sich erbarmend, öffnete mit harter Hand eine steile Felswand bei Canas, wo der Rio de Funzha sich jetzt im berusenem Wasserfall des Equenadama herabstürzt. Das mit Wasser gefüllte Thalbecken wurde dadurch trocken gelegt — ein geognostischer Roman, der sich oft wiederholt: z. B. im gefäßlosen Alpenthale von Kaschmir, wo der mächtige Entwässerer Raabapa heißt.

unseren verdienstvollen Bede viel beschäftigt, besonders zu der Zeit, als Piazzi die Ceres auffand: eine Entdeckung, die jedoch keinesweges durch jenes sogenannte Gesetz, sondern eher durch einen Druckfehler in Wollaston's Sternverzeichnis veranlaßt wurde. Wollte man die Entdeckung als die Erfüllung einer Voraussagung betrachten; so muß man nicht vergessen, daß letztere, wie wir schon oben erinnert haben, bis zu Kepler hinaufreicht, also mehr denn 1½ Jahrhunderte über Titius und Bede hinaus. Obgleich der Berliner Astronom in der 2ten Auflage seiner populären und überaus nützlichen „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels“ bereits sehr bestimmt erklärt hatte, „daß er das Gesetz der Abstände einer in Wittenberg durch Prof. Titius veranstalteten Uebersetzung von Bonnet's Contemplation de la Nature entlehne;“ so hat dasselbe doch meist seinen Namen und selten den von Titius geführt. In einer Note, welche der Letztere dem Capitel über das Weltgebäude hinzufügte *), heist es: „Wenn man die Abstände der Planeten untersucht, so findet man, daß fast alle in der Proportion von einander entfernt sind, wie ihre körperlichen Größen zunehmen. Gebet der Distanz von der Sonne bis zum Saturn 100 Theile; so ist Merkur 4 solcher Theile von der Sonne entfernt, Venus 4 + 3 = 7 derselben, die Erde 4 + 6 = 10, Mars 4 + 12 = 16. Aber von Mars bis zu Jupiter kommt eine Abweichung von dieser so genauen (!) Progression vor. Vom Mars folgt ein Raum von 4 + 24 = 28 solcher Theile, darin weder ein Hauptplanet noch ein Nebenplanet zur Zeit gesehen wird. Und der Bauherr sollte diesen Raum leer gelassen haben? Es ist nicht zu zweifeln, daß dieser Raum den bisher noch unentdeckten Trabanten des Mars zugehöre, oder daß vielleicht auch Jupiter noch Trabanten um sich habe, die bisher durch sein Fernrohr gesehen sind. Von dem uns (in seiner Erfüllung) unbekannten Raum erhebt sich Jupiters Wirkungskreis in 4 + 48 = 52. Dann folgt Saturn in 4 + 96 = 100 Theilen — ein bewundernswürdiges Verhältniß.“ — Titius war also geneigt den Raum zwischen Mars und Jupiter nicht mit einem, sondern mit mehreren Weltkörpern, wie es wirklich der Fall ist, auszufüllen; aber er vermuthete, daß dieselben eher Neben- als Hauptplaneten wären.

Wie der Uebersetzer und Commentator von Bonnet zu der Zahl 4 für die Merkurbahn gelangte, ist nirgends ausgesprochen. Er wählte sie vielleicht nur, um für den damals entfernsten Planeten Saturn, dessen Entfernung 9,5: also nahe = 10,0 ist, genau 100 zu haben, in Verbindung mit den leicht theilbaren Zahlen 96, 48, 24 u. s. f. Daß er die Reihenfolge bei den näheren Planeten beginnend aufgestellt habe, ist minder wahrscheinlich. Eine hinreichende Uebereinstimmung des nicht von der Sonne, sondern vom Merkur abhängenden Gesetzes der Verdoppelung mit den wahren Planeten-Abständen konnte schon im vorigen Jahrhundert nicht behauptet werden, da letztere damals genau genug für diesen Zweck bekannt waren. In der Wirklichkeit nähern sich allerdings der Verdoppelung sehr die Abstände zwischen Jupiter, Saturn und Uranus; indeß hat sich seit der Entdeckung des Neptun, welcher dem Uranus viel zu nahe steht, das Mangelhafte der Progression in einer augenfälligen Weise zu erkennen gegeben †)

*) Karl Bonnet, Betrachtung über die Natur, überseht von Titius, 2te Auflage 1772 S. 7 Note 2 (die erste Auflage war von 1766). In Bonnet's Ur-schrift ist ein solches Gesetz der Abstände gar nicht be-rührt. (Vergl. auch Bede, Anleit. zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 2te Aufl. 1772 S. 462.)

†) Da, nach Titius, den Abstand von der Sonne zum Saturn, damals dem äußersten Planeten, = 100 gesetzt, die einzelnen Abstände sein sollen:

Merkur	Venus	Erde	Mars	Kl. Plan.	Jupiter
4	7	10	16	28	52
100	100	100	800	100	100

nach der sogenannten Progression: 4, 4 + 3, 4 + 6, 4 + 12, 4 + 24, 4 + 48; so ergeben sich, wenn man

die Entfernung des Saturn von der Sonne zu 197,3 Millionen geographische Meilen anschlügt, in demselben Meilenmaasse von der Sonne:

	Abstände nach Titius in geogr. Meilen:	Wirkliche Abstände in geogr. Meilen:
Merkur . .	7,9 Millionen	8,0 Millionen
Venus . .	13,8 "	15,0 "
Erde . .	19,7 "	20,7 "
Mars . .	31,5 "	31,5 "
Kl. Plan. .	55,2 "	55,2 "
Jupiter . .	102,6 "	107,5 "
Saturn . .	197,3 "	197,3 "
Uranus . .	386,7 "	396,7 "
Neptun . .	765,5 "	621,2 "

Was man das Gesetz des Vicarius Wurm aus Leonberg nennt und bisweilen von dem Titius-Bode'schen Gesetze unterscheidet, ist eine bloße Correction, welche Wurm bei der Entfernung des Merkur von der Sonne und bei der Differenz der Merkur- und Venus-Abstände angebracht hat. Er setzt, der Wahrheit sich mehr nähernd, den ersteren zu 387, den zweiten zu 680, den Erdbstand zu 1000 *). Gauß hat schon bei Gelegenheit der Entdeckung der Pallas durch Olbers in einem Briefe an Zach (Oct. 1802) das sogenannte Gesetz der Abstände treffend gerichtet. „Das von Titius angegebene,“ sagt er, „trifft bei den meisten Planeten, gegen die Natur aller Wahrheiten, die den Namen Gesetz verdienen, nur ganz beiläufig, und, was man noch nicht einmal bemerkt zu haben scheint, beim Merkur gar nicht zu. Es ist einleuchtend, daß die Reihe

$$4, 4 + 3, 4 + 6, 4 + 12, 4 + 24, 4 + 48, 4 + 96, 4 + 192,$$

womit die Abstände übereinstimmen sollten, gar nicht einmal eine continuirliche Reihe ist. Das Glied, welches vor $4 + 3$ hergeht, muß ja nicht 4, d. i. $4 + 0$, sondern $4 + 1/2$ sein. Also zwischen 4 und $4 + 3$ sollten noch unendlich viele liegen; oder, wie Wurm es ausdrückt, für $n = 1$ kommt aus $4 + 2^{n-2}$ nicht 4, sondern $5^{1/2}$. Es ist übrigens gar nicht zu tadeln, wenn man dergleichen ungefähre Uebereinstimmungen in der Natur aufsucht. Die größten Männer aller Zeiten haben solchen *lusus ingenii* nachgehangen.“

5. Massen der Planeten. — Sie sind durch Satelliten, wo solche vorhanden sind, durch gegenseitige Störungen der Hauptplaneten unter einander oder durch Einwirkung eines Cometen von kurzem Umlauf ergründet worden. So wurde von Ende 1841 durch Störungen, welche sein Comet erleidet, die bis dahin unbekannte Masse des Merkur bestimmt. Für Venus bietet derselbe Comet für die Folge Aussicht der Massen-Verbesserung dar. Auf Jupiter werden die Störungen der Vesta angewandt. Die Masse der Sonne als Einheit genommen, sind (nach Ende, vierte Abhandlung über den Cometen von Pons in den Schriften der Berliner Akademie der Wissenschaften für 1842 S. 5):

Merkur	$\frac{1}{4865751}$	Jupiter mit seinen Trabanten	$\frac{1}{1047,879}$
Venus	$\frac{1}{401839}$	Saturn	$\frac{1}{3501,6}$
Erde	$\frac{1}{359551}$	Uranus	$\frac{1}{24605}$
(Erde und Mond zusammen)	$\frac{1}{355499}$	Neptun	$\frac{1}{14446}$
Mars	$\frac{1}{2680337}$		

Noch größer, jedoch der Wahrheit bemerkenswerth nahe, $\frac{1}{9322}$ ist die Masse, welche Le Verrier vor der wirklichen Auffindung des Neptun durch Galle mit Hülfe seiner scharfsinnigen Berechnungen ermittelte. Die Reihung der Hauptplaneten, die Kleinen ungerechnet, ist demnach bei zunehmender Masse folgende:

Merkur, Mars, Venus, Erde, Uranus, Neptun, Saturn, Jupiter;

*) Wurm in Bode's astron. Jahrbuch für das J. 1790 S. 168 und Bode: von dem neuen zwischen Mars und Jupiter entdeckten achten Hauptplaneten des Sonnensystems 1802 S. 45. Mit der numerischen Correction von Wurm heißt die Reihe nach Entfernungen von der Sonne:

Merkur	387 Theile.
Venus	$387 + 293 = 680$
Erde	$387 + 2, 293 = 973$
Mars	$387 + 4, 293 = 1559$
kl. Plan.	$387 + 8, 293 = 2731$
Jupiter	$387 + 16, 293 = 5075$
Saturn	$387 + 32, 293 = 9763$
Uranus	$387 + 64, 293 = 19139$
Neptun	$387 + 128, 293 = 37891$

Damit man den Grad der Genauigkeit dieser Resultate prüfen könne, folgen in der nächsten Tafel noch einmal

die wirklichen mittleren Abstände der Planeten, wie man sie jetzt anerkennt, mit Beifügung der Zahlen, welche Kepler nach den Tycho'schen Beobachtungen vor dreihalb-hundert Jahren für die wahren hielt. Ich entlehne letztere der Schrift Newton's *De Mundi Systemate* (Opuscula math., philos. et. philol. 1744 T. II. p. 11):

Planeten.	Wirkliche Abstände.	Resultate von Kepler.
Merkur . . .	0,38709	0,38806
Venus . . .	0,72333	0,72400
Erde . . .	1,00000	1,00000
Mars . . .	1,52369	1,52350
Juno . . .	2,66870	..
Jupiter . .	5,20277	5,19650
Saturn . . .	9,53885	9,51000
Uranus . . .	19,18239	..
Neptun . . .	30,03628	..

also, wie auch in Volum und Dichte, ganz verschieden von der Reihenfolge der Abstände vom Centralkörper.

6. Dichtigkeit der Planeten. — Die vorher erwähnten Volumina und Massen anwendend, erhält man für die Dichtigkeiten der Planeten (je nachdem man die des Erdkörpers oder die des Wassers gleich 1 setzt) folgende numerische Verhältnisse:

Planet.	Verhältnis zum Erdkörper.	Verhältnis zur Dichtigkeit des Wassers.	Planet.	Verhältnis zum Erdkörper.	Verhältnis zur Dichtigkeit des Wassers.
Merkur	1,234	6,71	Jupiter	0,243	1,32
Venus	0,940	5,11	Saturn	0,140	0,76
Erde	1,000	5,44	Uranus	0,178	0,97
Mars	0,958	5,21	Neptun	0,230	1,25

In der Vergleichung der planetarischen Dichtigkeiten mit Wasser dient zur Grundlage die Dichtigkeit des Erdkörpers. Reich's Versuche mit der Drehwage haben in Freiberg 5,4383 gegeben: sehr gleich den analogen Versuchen von Cavendish, welche nach der genaueren Berechnung von Francis Baily 5,448 gaben. Aus Baily's eigenen Versuchen folgte das Resultat 5,660. Man erkennt in der obigen Tabelle, daß Merkur nach Ende's Massenbestimmung den anderen Planeten von mittlerer Größe ziemlich nahe steht.

Die vorstehende Tabelle der Dichtigkeiten erinnert lebhaft an die mehrmals von mir berührte Eintheilung der Planeten in zwei Gruppen, welche durch die Zone der kleinen Planeten von einander getrennt werden. Die Unterschiede der Dichtigkeit, welche Mars, Venus, die Erde und selbst Merkur darbieten, sind sehr gering; fast eben so sind unter sich ähnlich, aber 4- bis 7mal undichter als die vorige Gruppe, die sonnenfernere Planeten Jupiter, Neptun, Uranus und Saturn. Die Dichtigkeit der Sonne (0,252, die der Erde = 1,000 gesetzt: also im Verhältniß zum Wasser 1,37) ist um wenigens größer als die Dichtigkeiten des Jupiter und Neptun. Der zunehmenden Dichte nach müssen demnach Planeten und Sonne *) folgendermaßen gereiht werden:

Saturn, Uranus, Neptun, Jupiter, Sonne, Venus, Mars, Erde, Merkur.

Obgleich die dichtesten Planeten, im Ganzen genommen, die der Sonne näheren sind, so ist doch, wenn man die Planeten einzeln betrachtet, ihre Dichtigkeit keineswegs den Abständen proportional, wie Newton anzunehmen geneigt war †).

7. Siderische Umlaufszeit und Achsendrehung. — Wir begnügen uns hier die siderischen oder wahren Umlaufzeiten der Planeten in Beziehung auf die Fixsterne oder einen festen Punkt des Himmels anzugeben. In der Zeit einer solchen Revolution legt ein Planet volle 360 Grade um die Sonne zurück. Die siderischen Revolutionen (Umläufe) sind sehr von den tropischen und synodischen zu unterscheiden, deren erstere sich auf die Rückkehr zur Frühlings-Nachtgliche, letztere sich auf den Zeitunterschied zwischen zwei nächsten Conjunctionen oder Oppositionen beziehen.

Planet.	Siderische Umlaufzeiten.	Rotation.	Planet.	Siderische Umlaufzeiten.	Rotation.
Merkur	87 ^d 96928	.....	Jupiter	4332,58480 0 ^h 9 ^h 55' 27"	
Venus .	224,70078	.....	Saturn	10759,21981 0 ^h 10 ^h 29' 17"	
Erde .	365,25637	0 ^h 23 ^h 56' 4"	Uranus	30686,82051	.....
Mars .	686,97964	1 ^h 0 ^h 37' 20"	Neptun	60126,7	.....

*) Die Sonne, die Kepler, wahrscheinlich aus Enthusiasmus für die divina inventa seines mit Recht berühmten Zeitgenossen William Gilbert, für magnetisch hielt und deren Rotation in derselben Richtung wie die Planeten er behauptete, che nach die Sonnenflecken entdeckt waren; die Sonne erklärt Kepler im Commento de motibus Stellae Martis (cap. 23) und in Astronomiae pars optica (cap. 6) für „den dichtesten aller Weltkörper, weil er die übrigen alle, die zu seinem Systeme gehören, bewegt.“

†) Newton de Mundi Systemate in Opusculis T. II. p. 17: „Corpora Veneris et Mercurii majore Solis calore magis concocta et coagulata sunt. Planetarum posteriores, defectu caloris, carent substantiis illis metallicis et mineris ponderosis, quibus Terra referta est. Densiora corpora quae soli propiora: ea ratione constabit optime pondera Planetarum omnium esse inter se ut vires.“

In einer anderen mehr übersichtlichen Form sind die wahren Umlaufzeiten:

Merkur	87 ^x 23 ^h 15' 46"
Venus	224 ^x 16 ^h 49' 7"
Erde	365 ^x 6 ^h 9' 10",7496:

woraus gefolgert wird die tropische Umlaufzeit oder die Länge des Sonnenjahrs zu 365^x,24222 oder 365^x 5^h 48' 47",8091; die Länge des Sonnenjahres wird wegen des Vorrückens der Nachtgleichen in 100 Jahren um 0",595 kürzer;

Mars	1 Jahr 321 ^x 17 ^h 30' 41";	Uranus	84 Jahre 5 ^x 19 ^h 41' 36";
Jupiter	11 Jahre 314 ^x 20 ^h 2' 7";	Neptun	164 Jahre 225 ^x 17 ^h
Saturn	29 Jahre 166 ^x 23 ^h 16' 32";		

Die Rotation ist bei den sehr großen äußeren Planeten, welche zugleich eine lange Umlaufzeit haben, am schnellsten; bei den kleineren inneren, der Sonne näheren, langsamer. Die Umlaufzeit der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter ist sehr verschieden und wird bei der Herzhählung der einzelnen Planeten erwähnt werden. Es ist hier hinlänglich, ein vergleichendes Resultat anzuführen, und zu bemerken, daß unter den Kleinen Planeten sich die längste Umlaufzeit findet bei Hygiea, die kürzeste bei Flora.

8. Neigung der Planetenbahnen und Rotations-Achsen. — Nächst den Massen der Planeten gehören die Neigung und Excentricität ihrer Bahnen zu den wichtigsten Elementen, von welchen die Störungen abhängen. Die Vergleichung derselben in der Reihenfolge der inneren, kleinen mittleren, und äußeren Planeten (von Merkur bis Mars, von Flora bis Hygiea, von Jupiter bis Neptun) bietet mannigfaltige Ähnlichkeiten und Contraste dar, welche zu Betrachtungen über die Bildung dieser Weltkörper und ihre an lange Zeitperioden geknüpften Veränderungen leiten. Die in so verschiedenen elliptischen Bahnen kreisenden Planeten liegen auch alle in verschiedenen Ebenen; sie werden, um eine numerische Vergleichung möglich zu machen, auf eine feste oder nach einem gegebenen Gesetze bewegliche Fundamental-Ebene bezogen. Als eine solche gilt am bequemsten die Ekliptik (die Bahn, welche die Erde wirklich durchläuft) oder der Aequator des Erdsphäroids. Wir fügen zu derselben Tabelle die Neigungen der Rotations-Achsen der Planeten gegen ihre eigene Bahn hinzu, so weit dieselben mit einiger Sicherheit ergründet sind.

Planeten.	Neigung der Planetenbahnen gegen die Ekliptik.	Neigung der Planetenbahnen gegen den Erd-Aequator.	Neigung der Achsen der Planeten gegen ihre Bahnen.
Merkur	7° 0' 5",9	28° 45' 8"	.....
Venus	3° 23' 28",5	24° 33' 21"	.....
Erde	0° 0' 0"	23° 27' 54",8	66° 32'
Mars	1° 51' 6",2	24° 44' 24"	61° 18'
Jupiter	1° 18' 51",6	23° 18' 28"	86° 54'
Saturn	2° 29' 35",9	22° 38' 44"	.....
Uranus	0° 46' 28",0	23° 41' 24"	.....
Neptun	1° 47'	22° 21'	.....

Die Kleinen Planeten sind hier ausgelassen, weil sie weiter unten als eine eigene, abgeschlossene Gruppe behandelt werden. Wenn man den sonnennahen Merkur ausnimmt, dessen Bahnneigung gegen die Ekliptik (7° 0' 5",9) der des Sonnen-Aequators (7° 30') sehr nahe kommt, so sieht man die Neigung der anderen sieben Planetenbahnen zwischen 0° 3/4 und 3 1/2 Grad oscilliren. In der Stellung der Rotations-Achsen gegen die eigene Bahn ist es Jupiter, welcher sich dem Extreme der Perpendicularität am meisten nähert. Im Uranus dagegen fällt, nach der Neigung der Trabanten-Bahnen zu schließen, die Rotations-Achse fast mit der Ebene der Bahn des Planeten zusammen.

Da von der Größe der Neigung der Erdbachse gegen die Ebene ihrer Bahn, also von der Schiefe der Ekliptik (d. h. von dem Winkel, welchen die scheinbare Sonnenbahn in

ihrem Durchschnittspunkte mit dem Aequator macht), die Vertheilung und Dauer der Jahreszeiten, die Sonnenhöhen unter verschiedenen Breiten und die Länge des Tages abhangen; so ist dieses Element von der äußersten Wichtigkeit für die astronomischen Klimata, d. h. für die Temperatur der Erde, in so fern dieselbe Funktion der erreichten Mittagshöhen der Sonne und der Dauer ihres Verweilens über dem Horizonte ist. Bei einer großen Schiefe der Ekliptik, oder wenn gar der Erd-Aequator auf der Erdoberfläche senkrecht stände, würde jeder Ort einmal im Jahr, selbst unter den Polen, die Sonne im Zenith, und längere oder kürzere Zeit nicht aufgehen sehen. Die Unterschiede von Sommer und Winter würden unter jeder Breite (wie die Tagesdauer) das Maximum des Gegensatzes erreichen. Die Klimate würden in jeder Gegend der Erde im höchsten Grade zu denen gehören, welche man extreme nennt und die eine unabsehbar verwinkelte Reihe schnell wechselnder Luftströmungen nur wenig zu mäßigen vermöchte. Wäre im umgekehrten Fall die Schiefe der Ekliptik null, fielen der Erd-Aequator mit der Ekliptik zusammen; so hörten an jedem Orte die Unterschiede der Jahreszeiten und Tageslängen auf, weil die Sonne sich ununterbrochen scheinbar im Aequator bewegen würde. Die Bewohner des Pols würden nie aufhören sie am Horizonte zu sehen. „Die mittlere Jahres-Temperatur eines jeden Punktes der Oberfläche würde auch die eines jeden einzelnen Tages sein*.“ Man hat diesen Zustand den eines ewigen Frühlings genannt, doch wohl nur wegen der allgemein gleichen Länge der Tage und Nächte. Ein großer Theil der Gegenden, welche wir jetzt die gemäßigten Zone nennen, würden, da der Pflanzenwuchs jeder anregenden Sonnenwärme entbehren müßte, in das fast immer gleiche, eben nicht erfreuliche Frühlings-Klima versetzt sein, von welchem ich unter dem Aequator in der Unbeskette, der ewigen Schneegrenze nahe, auf den öden Bergebenen (Paramos†) zwischen 10000 und 12000 Fuß, viel gelitten. Die Tages-Temperatur der Luft oscillirt dort immerdar zwischen 4° ½ und 9° Réaumur.

Das griechische Alterthum ist viel mit der Schiefe der Ekliptik beschäftigt gewesen, mit rohen Messungen, mit Mutmaßungen über ihre Veränderlichkeit, und dem Einfluß der Neigung der Erdoberfläche auf Klimate und Ueppigkeit der organischen Entwicklung. Diese Speculationen gehörten vorzüglich dem Anaxagoras, der pythagorischen Schule und dem Demokrit von Chios an. Die Stellen, die uns darüber aufklären sollen, sind dürftig und unbestimmt; doch geben sie zu erkennen, daß man sich die Entwicklung des organischen Lebens und die Entstehung der Thiere als gleichzeitig mit der Epoche dachte, in welcher die Erdoberfläche sich zu neigen anfing: was auch die Bewohnbarkeit des Planeten in einzelnen Zonen veränderte. Nach Plutarch de plac. philos. II, 8 glaubte Anaxagoras: „daß die Welt, nachdem sie entstanden und lebende Wesen aus ihrem Schooße hervorgebracht, sich von selbst gegen die Mittagsseite geneigt habe.“ In derselben Beziehung sagt Diogenes Laertius II, 9 von dem Mazomenier: „die Sterne hatten sich anfangs in kuppelartiger Lage fortgeschwungen, so daß der jedesmal erscheinende Pol scheitelrecht über der Erde stand; später aber hatten sie die schiefe Richtung angenommen.“ Die Entstehung der Schiefe der Ekliptik dachte man sich wie eine kosmische Begebenheit. Von einer fortschreitenden späteren Veränderung war keine Rede.

Die Schilderung der beiden extremen, also entgegengesetzten Zustände, denen sich die Planeten Uranus und Jupiter am meisten nähern, sind dazu geeignet an die Veränderungen zu erinnern, welche die zunehmende oder abnehmende Schiefe der Ekliptik in den meteorologischen Verhältnissen unseres Planeten und in der Entwicklung der organischen Lebensformen hervorbringen würde, wenn diese Zu- oder Abnahme nicht in sehr enge Grenzen eingeschlossen wären. Die Kenntniß dieser Grenzen, Gegenstand der

* Mäbler, Astronomie § 193.

† Humboldt de Distributione geographica Plantarum p. 104 (Ansichten der Natur Bd. I. S. 131 bis 133.)

Humboldt's Kosmos.

großen Arbeiten von Leonhard Euler, Lagrange und Laplace, kann für die neuere Zeit eine der glänzendsten Errungenschaften der theoretischen Astronomie und der vervollkommeneten höheren Analysis genannt werden. Diese Grenzen sind so enge, daß Laplace (Expos. du Système du Monde, éd. 1824 p. 303) die Behauptung aufstellte, die Schiefe der Ekliptik wackele nach beiden Seiten nur $1^{\circ} \frac{1}{2}$ um ihre mittlere Lage. Nach dieser Angabe *) würde uns die Tropenzone (der Wendekreis des Krebses, als ihr nördlichster, äußerster Saum) nur um eben so viel näher kommen. Es wäre also, wenn man die Wirkung so vieler anderer meteorologischer Perturbationen ausschließt, als würde Berlin von seiner jetzigen isothermen Linie allmählig auf die von Prag versetzt. Die Erhöhung der mittleren Jahres-Temperatur würde kaum mehr als einen Grad des hunderttheiligen Thermometers betragen †). Biot nimmt zwar auch nur enge Grenzen in der alternirenden Veränderung der Schiefe der Ekliptik an, hält es aber für rathsamer sie nicht an bestimmte Zahlen zu fesseln. „La diminution lente et séculaire de l'obliquité de l'écliptique,” sagt er, „offre des états alternatifs qui produisent une oscillation éternelle, comprise entre des limites fixes. La théorie n'a pas encore pu parvenir à déterminer ces limites; mais d'après la constitution du système planétaire, elle a démontré qu'elles existent et qu'elles sont très peu étendues. Ainsi, à ne considérer que le seul effet des causes constantes qui agissent actuellement sur le système du monde, on peut affirmer que le plan de l'écliptique n'a jamais coïncidé et ne coïncidera jamais avec le plan de l'équateur, phénomène qui, s'il arrivait, produirait sur la terre le (prétendu!) printemps perpétuel.” Biot, Traité d'Astronomie physique, 3^{me} éd. 1847. T. IV. p. 91.

Während die von Bradley entdeckte Nutation der Erdschse bloß von der Einwirkung der Sonne und des Erd-Satelliten auf die abgeplattete Gestalt unseres Planeten abhängt, ist das Zuneehmen und Abnehmen der Schiefe der Ekliptik die Folge der veränderlichen Stellung aller Planeten. Gegenwärtig sind diese so vertheilt, daß ihre Gesamtwirkung auf die Erdbahn eine Verminderung der Schiefe der Ekliptik hervorbringt. Letztere beträgt jetzt nach Bessel jährlich $0",457$. Nach dem Verlauf von vielen tausend Jahren wird die Lage der Planetenbahnen und ihrer Knoten (Durchschnittspunkte auf der Ekliptik) so verschieden sein, daß das Vorwärtsgen der Aequinoctien in ein Rückwärtsgen und demnach in eine Zunahme der Schiefe der Ekliptik wird verwandelt sein. Die Theorie lehrt, daß diese Zu- und Abnahme Perioden von sehr ungleicher Dauer ausfüllt. Die ältesten astronomischen Beobachtungen, welche uns mit genauen numerischen Angaben erhalten sind, reichen bis in das Jahr 1104 vor Christus hinauf und bezeugen das hohe Alter chinesischer Civilisation. Literarische Monumente sind kaum hundert Jahre jünger, und eine geregelte historische Zeitrechnung reicht (nach Eduard Biot) bis 2700 Jahre vor Christus hinauf ‡). Unter der Regentschaft des Tschou-kung, Bruders des Wu-wang, wurden an einem 8füßigen Gnomon in der Stadt Po-jang südlich vom gelben Flusse (die Stadt heißt jetzt Ho-nan-su, in der Provinz Ho-nan) in einer Breite von $34^{\circ} 46'$ die Mittagsschatten ||) in zwei Solstitien gemessen. Sie gaben die Schiefe der Ekliptik zu $23^{\circ} 54'$: also um $27'$ größer, als sie 1850 war. Die Beobachtungen von Pytheas und Eratosthenes zu Marseille und Alexandrien sind sechs und sieben Jahrhunderte jünger. Wir besitzen 4 Resultate über die Schiefe der Ekliptik vor unserer Zeitrechnung, und 7 nach

*) „L'étendue entière de cette variation serait d'environ 12 degrés, mais l'action du Soleil et de la Lune la réduit à peu près à trois degrés (centésimaux).” Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 303.

†) Ich habe an einem andern Orte durch Vergleichung zahlreicher mittlerer Jahres-Temperaturen, gezeigt, daß in Europa vom Nordcap bis Palermo dem Unterschied eines geographischen Breitengrades sehr nahe $0,5$ des hunderttheiligen Thermometers, in dem weß-

lichen Temperatursysteme von Amerika aber (zwischen Boston und Charlestown) $0,9$ entsprechen; Asia centrale T. III. p. 229.

‡) Kosmos Buch II. S. 247 Anm. †).

||) Laplace, Expos. du Système du Monde (5^{eme} éd.) p. 303, 345, 403, 406 und 408; derselbe in der Connaissance des tems pour 1811 p. 386; Biot, Traité élém. d'Astr. physique T. I. p. 61, T. IV. p. 90-99 und 614-623

derselben bis zu Uluh Beg's Beobachtungen auf der Sternwarte zu Samarkand. Die Theorie von Laplace stimmt auf eine bewundernswürdige Weise, bald in plus, bald in minus, mit den Beobachtungen für einen Zeitraum von fast 3000 Jahren überein. Die uns überkommene Kenntniß von Tscheng's Messung der Schattenlängen ist um so glücklicher, als die Schrift, welche ihrer erwähnt, man weiß nicht aus welcher Ursache, der großen vom Kaiser Schi-hoang-ti aus der Tsin-Dynastie im Jahr 246 vor Chr. anbefohlenen fanatischen Bücher-Verbrennung entgangen ist. Da der Anfang der 4ten ägyptischen Dynastie mit den pyramidenbauenden Königen Chufu, Schafra und Menkera nach den Untersuchungen von Lepsius 23 Jahrhunderte vor der Solstitial-Beobachtung zu So-jang fällt, so ist bei der hohen Bildungsstufe des ägyptischen Volkes und seiner frühen Kalender-Einrichtung es wohl sehr wahrscheinlich, daß auch damals schon Schattenlängen im Nilthal gemessen wurden; Kenntniß davon ist aber nicht auf uns gekommen. Selbst die Peruaner, obgleich weniger fortgeschritten in der Vervollkommenung des Kalenderwesens und der Einschaltungen, als es die Mexicaner und die Mayscas (Bergbewohner von Neu-Granada) waren, hatten Gnomonen, von einem, auf sehr ebener Grundfläche eingezeichneten Kreise umgeben. Es standen dieselben sowohl im Inneren des großen Sonnentempels zu Cuzco als an vielen anderen Orten des Reichs; ja der Gnomon zu Quito, fast unter dem Aequator gelegen und bei den Aequinoctial-Festen mit Blumen befränzt, wurde in größerer Ehre als die anderen gehalten*).

9. Excentricität der Planeten. — Die Form der elliptischen Bahnen ist bestimmt durch die größere oder geringere Entfernung der beiden Brennpunkte vom Mittelpunkt der Ellipse. Diese Entfernung oder Excentricität der Planetenbahnen variirt, in Theilen der halben großen Ase der Bahnen ausgedrückt, von 0,006 (also der Kreisform sehr nahe) in Venus und von 0,076 in Ceres bis 0,205 in Merkur und 0,255 in Juno. Auf die am wenigsten excentrischen Bahnen der Venus und des Neptun folgen am nächsten: die Erde, deren Excentricität sich jetzt vermindert und zwar um 0,00004299 in 100 Jahren, während die kleine Ase sich vergrößert; Uranus, Jupiter, Saturn, Ceres, Egeria, Vesta und Mars. Die am meisten excentrischen Bahnen sind die der Juno (0,255), Pallas (0,239), Iris (0,232), Victoria (0,217), des Merkur (0,205) und der Hebe (0,202). Die Excentricitäten sind bei einigen Planeten im Wachsen: wie bei Merkur, Mars und Jupiter; bei anderen im Abnehmen: wie bei Venus, der Erde, Saturn und Uranus. Die nachfolgende Tabelle giebt die Excentricitäten der Großen Planeten nach Hansen für das Jahr 1800. Die Excentricitäten der 14 Kleinen Planeten sollen später nebst andern Elementen ihrer Bahnen für die Mitte des 19ten Jahrhunderts geliefert werden.

Merkur	0,2056163	Jupiter	0,0481621
Venus	0,0068618	Saturn	0,0561505
Erde	0,0167922	Uranus	0,0466108
Mars	0,0932168	Neptun	0,00871946

*) Garcilaso, Comment. Reales Parte I. lib. II cap. 22-26; Prescott, Hist. of the Conquest of Peru Vol. I. p. 126. Die Mexicaner hatten unter ihren 20 hieroglyphischen Tageszeichen ein besonders gebräutes, Ollin-tonatiuh, das der 4 Sonnenbewegungen, genannt, welches dem großen, alle 52=4×13 Jahre erneuerten Enclos vorstand und sich auf den hieroglyphisch durch Fußstapfen ausgeprägten Weg der Sonne, die Solstitien und Aequinoctien durchschneidend, bezog. In dem schön gemalten aztekischen Manuscripte, das vormals in der Villa des Cardinal Borgia zu Veletri aufbewahrt ward und aus dem ich viel wichtiges entlehnt, befindet sich das merkwürdige astrologische Zeichen eines Kreuzes, dessen beigeschriebene Tageszeichen die Durchgänge der Sonne durch den Zenith der Stadt Mexico (Tenochtitlan), den Aequator und die Solstitial-Punkte vollständig bezeichnen würden, wenn

die den Tageszeichen wegen der periodischen Reiben beigefügten Punkte (runde Scheiben) in allen drei Durchgängen der Sonne gleich vollständig wären. (Sumboldt, Vues des Cordilleres Pl. XXXVII, No. 8. p. 164, 189 und 237.) Der der Sternbesichtigung leidenschaftlich ergebene König von Tezcuco, Nezahualpilli (ein Fastenkind genannt, weil der Vater lange vor der Geburt des erwünschten Sohnes fastete), hatte ein Gebäude errichtet, das Torquemada etwas fñhn eine Sternwarte nennt und dessen Trümmer er noch sah (Monarquia Indiana lib. II. cap. 64). In der Raccolta di Mendoza sehen wir einen Priester dargestellt (Vues des Cord. Pl. LVIII No. 8 p. 289), welcher die Sterne beobachtet: was durch eine punctirte Linie ausgedrückt ist, die vom beobachteten Stern zu seinem Auge geht.

Die Bewegung der großen Aps (Apsidenlinie) der Planetenbahnen, durch welche der Ort der Sonnennähe (des Perihels) verändert wird, ist eine Bewegung, die ohne Ende, der Zeit proportional, nach Einer Richtung fortschreitet. Sie ist eine Veränderung in der Position der Apsidenlinie, welche ihren Cycluz erst in mehr als hunderttausend Jahren vollendet; und wesentlich von den Veränderungen zu unterscheiden, welche die Gestalt der Bahnen, ihre Ellipticität, erleidet. Es ist die Frage aufgeworfen worden: ob der wachsende Werth dieser Elemente in der Folge von Jahrtausenden die Temperatur der Erde in Hinsicht auf Quantität und Vertheilung nach Tages- und Jahreszeiten beträchtlich modificiren könne? ob in diesen astronomischen, nach ewigen Gesetzen regelmäßig fortwirkenden Ursachen nicht ein Theil der Lösung des großen geologischen Problems der Vergrabung tropischer Pflanzen- und Thierformen in der jetzt kalten Zone gefunden werden könne? Dieselben mathematischen Gedankenverbindungen, welche zu den Besorgnissen über Position der Apsiden, über Form der elliptischen Planetenbahnen (je nachdem diese sich der Kreisform oder einer cometenartigen Excentricität nähern), über Neigung der Planeten-Achsen, Veränderung der Schiefe der Ekliptik, Einfluß der Präcession auf die Jahreslänge anregen; gewähren in ihrer höheren analytischen Entwicklung auch kosmische Motive der Beruhigung. Die großen Apsen und die Massen sind constant. Periodische Wiederkehr hindert ein maßloses Anwachsen gewisser Perturbationen. Die schon an sich so mäßigen Excentricitäten der mächtigsten zwei Planeten, des Jupiter und des Saturn, sind durch eine gegenseitige und dazu noch ausgleichende Wirkung wechselseitig im Zu- und Abnehmen begriffen, wie auch in bestimmte, meist enge Grenzen eingeschlossen.

Durch die Veränderung der Position der Apsidenlinie*) fällt allmählig der Punkt, in welchem die Erde der Sonne am nächsten ist, in ganz entgegengesetzte Jahreszeiten. Wenn gegenwärtig das Perihel in die ersten Tage des Jänners, wie die Sonnenferne (Aphel) sechs Monate später, in die ersten Tage des Julius, fällt; so kann durch das Fortschreiten (die Drehung) der Apsidenlinie oder großen Aps der Erdbahn das Maximum des Abstandes im Winter, das Minimum im Sommer eintreten, so daß im Januar die Erde der Sonne um 700000 geographische Meilen (d. i. ohngefähr $\frac{1}{30}$ des mittleren Abstandes der Erde von der Sonne) ferner stehen würde als im Sommer. Auf den ersten Anblick möchte man also glauben, daß das Eintreten der Sonnennähe in eine entgegengesetzte Jahreszeit (statt des Winters, wie jetzt der Fall ist, in den Sommer) große klimatische Veränderungen hervorbringen müsse; aber in der gemachten Voraussetzung wird die Sonne nicht mehr sieben Tage länger in der nördlichen Halbkugel verweilen; nicht mehr, wie jetzt, den Theil der Ekliptik vom Herbst-Aequinoctium bis zum Frühlings-Aequinoctium in einer Zeit durchlaufen, welche um eine Woche kürzer ist als diejenige, während welcher sie die andere Hälfte ihrer Bahn, vom Frühlings- zum Herbst-Aequinoctium, zurücklegt. Der Temperatur-Unterschied (und wir verweilen hier bloß bei den astronomischen Klimateen, mit Ausschluß aller physischen Betrachtungen über das Verhältniß des Festen zum Flüssigen auf der vielgestalteten Erdoberfläche), der Temperatur-Unterschied, welcher die befürchtete Folge der Drehung der Apsidenlinie sein soll, wird meist dadurch im ganzen verschwinden †), daß der Punkt, in welchem unser Planet der Sonne am nächsten steht, immer zugleich der ist, durch den der Planet sich am schnellsten bewegt. Das schöne, zuerst von Lambert ‡) aufgestellte Theorem, nach dem die Wärmemenge, welche die Erde in jedweden Theile des Jahres von der Sonne empfängt, dem Winkel proportional ist,

*) John Herschel on the astronomical Causes which may influence Geological phaenomena, in the Transact. of the geolog. Soc. cf London 2d Ser. Vol. III. P. 1. p. 298; derselbe in seinem Treatise of Astronomy 1833 (Cab. Cyclop. Vol. XLIII.) § 315.

†) Urago im Annuaire pour 1834 p. 199.

‡) „Il s'ensuit (du théorème dû à Lambert) que

la quantité de chaleur envoyée par le Soleil à la Terre est la même en allant de l'équinoxe du printemps à l'équinoxe d'automne qu'en revenant de celui-ci au premier. Le tems plus long que le Soleil emploie dans le premier trajet, est exactement compensé par son éloignement aussi plus grand; et les quantités de chaleur qu'il envoie à la Terre, sont

den in derselben Zeitdauer der Radius vector der Sonne beschreibt, enthält gewissermaßen die beruhigende Auflösung des oben bezeichneten Problems.

Wie die veränderte Richtung der Absidenlinie wenig Einfluß auf die Temperatur des Erdkörpers ausüben kann; so sind auch, nach Arago und Poisson*), die Grenzen der wahrscheinlichen Veränderungen der elliptischen Form der Erdbahn so eng beschränkt, daß sie die Klimate der einzelnen Zonen nur mäßig und dazu in langen Perioden sehr allmählig modificiren würden. Ist auch die Analyse, welche diese Grenze genau bestimmt, noch nicht ganz vollendet, so geht aus derselben doch wenigstens so viel hervor, daß die Excentricität der Erde nie in die der Juno, der Pallas und der Victoria übergehen werde.

10. Lichtstärke der Sonne auf den Planeten. — Wenn man die Lichtstärke auf der Erde = 1 setzt, so findet man für

Merkur	6,674	Jupiter	0,036
Venus	1,911	Saturn	0,011
Mars	0,431	Uranus	0,003
Pallas	0,130	Neptun	0,001

Als Folge sehr großer Excentricität haben Licht-Intensität:

Merkur in dem Perihel	10,58;	im Aphel	4,58
Mars " "	0,52;	" "	0,36
Juno " "	0,25;	" "	0,09

während die Erde bei der geringen Excentricität ihrer Bahn im Perihel 1,034; im Aphel 0,967 hat. Wenn das Sonnenlicht auf Merkur 7mal intensiver als auf der Erde ist, so muß es auf Uranus 368mal schwächer sein. Der Wärme-Verhältnisse ist hier schon darum nicht Erwähnung geschehen, weil sie, als ein complicirtes Phänomen, von der besonderen Beschaffenheit der Planeten-Atmosphären, ihrer Höhe, ihrer Existenz oder Nicht-Existenz abhängig sind. Ich erinnere nur hier an die Vermuthungen von Sir John Herschel über die Temperatur der Mond-Oberfläche, „welche vielleicht den Siedepunkt des Wassers ansehnlich übertrifft“ †).

b. Nebenplaneten.

Die allgemeinen vergleichenden Betrachtungen über die Nebenplaneten sind mit einiger Vollständigkeit schon im Naturgemälde (Kosmos Buch I. S. 44–47) geliefert worden. Damals (März 1845) waren nur 11 Haupt- und 18 Nebenplaneten bekannt. Von den Asteroiden, sogenannten telescopischen oder kleinen Planeten waren bloß erst vier: Ceres, Pallas, Juno und Vesta, entdeckt. Gegenwärtig (August 1851) übertrifft die Zahl der Hauptplaneten die der Trabanten. Wir kennen von den ersteren 22, von den letzteren 21. Nach einer 38jährigen Unterbrechung planetarischer Entdeckungen, von 1807 bis December 1845, begann mit der Asträa von Henke eine lange Folge von 10 neuentdeckten kleinen Planeten. Von diesen hat Henke zu Driesen zwei (Asträa und Hebe), Hind in London vier (Iris, Flora, Victoria und Irene), Graham zu Marfree-Castle einen (Metis) und De Gasparis zu Neapel drei (Hygiea, Parthenope und Egeria) zuerst erkannt. Der äußerste aller Großen Planeten, der von Le Verrier in Paris verkündigte, von Galle zu Berlin aufgefunden Neptun, folgte nach 10 Monaten der Asträa. Die Entdeckungen häufen sich jetzt mit solcher Schnelligkeit, daß die Topographie des Sonnengebietes nach Ablauf weniger Jahre eben so veraltet erscheint als statistische Länderbeschreibungen.

les mêmes pendant qu'il se trouve dans l'un ou l'autre hémisphère, boréal ou austral." Poisson sur la stabilité du système planétaire in der Connaiss. des tems pour 1836 p. 54.

*) Arago a. a. D. p. 200–204. „L'excentricité," sagt Poisson (a. a. D. p. 38 und 52), „ayant toujours été et devant toujours demeurer très petite, l'influence des variations séculaires de la quantité

de chaleur solaire reçue par la Terre sur la température moyenne paraît aussi devoir être très limitée. — On ne saurait admettre que l'excentricité de la Terre, qui est actuellement environ un soixantième, ait jamais été ou devienne jamais un quart, comme celle de Junon ou de Pallas."

†) Outlines § 432.

Von den jetzt bekannten 21 Satelliten gehören: einer der Erde, 4 dem Jupiter, 8 dem Saturn (der letztentdeckte unter diesen 8 ist dem Abstand nach der 7te, Hyperion; zugleich in zwei Weltheilen von Bond und Lassell entdeckt), 6 dem Uranus (von denen besonders der zweite und vierte am sichersten bestimmt sind), 2 dem Neptun.

Die um Hauptplaneten kreisenden Satelliten sind untergeordnete Systeme, in welchen die Hauptplaneten als Centralkörper auftreten, eigene Gebiete von sehr verschiedenen Dimensionen bildend, in denen sich im Kleinen das große Sonnengebiet gleichsam wiederholt. Nach unseren Kenntnissen hat das Gebiet des Jupiter im Durchmesser 520000, das des Saturn 1050000 geogr. Meilen. Diese Analogien zwischen den untergeordneten Systemen und dem Sonnensysteme haben zu Galilei's Zeiten, in denen der Ausdruck einer kleinen Jupiterzwelt (Mundus Jovialis) oft gebraucht wurde, viel zur schnelleren und allgemeineren Verbreitung des copernicanischen Weltsystems beigetragen. Sie mahnen an Wiederholung von Form und Stellung, welche das organische Naturleben in untergeordneten Sphären ebenfalls oft darbietet.

Die Vertheilung der Satelliten im Sonnengebiete ist so ungleich, daß, wenn im ganzen die mondlosen Hauptplaneten sich wie 3 zu 5 zu den von Monden begleiteten verhalten, die letzteren alle bis auf einen einzigen, die Erde, zu der äußeren planetarischen Gruppe, jenseits des Ringes der mit einander verschlungenen Asteroiden, gehören. Der einzige Satellit, welcher sich in der Gruppe der inneren Planeten zwischen der Sonne und den Asteroiden gebildet hat, der Erdmond, ist auffallend groß im Verhältniß seines Durchmessers zu dem seines Hauptplaneten. Dieses Verhältniß ist $\frac{1}{35}$: da doch der größte aller Saturnstrabanten (der 6te, Titan) vielleicht nur $\frac{1}{15}$, und der größte der Jupiterstrabanten, der 3te, $\frac{1}{25}$ des Durchmessers ihres Hauptplaneten sind. Man muß diese Betrachtung einer relativen Größe sehr von der der absoluten Größe unterscheiden. Der, relativ so große Erdmond (454 Meilen im Durchmesser) ist absolut kleiner als alle vier Jupiterstrabanten (von 776, 664, 529 und 475 Meilen). Der 6te Saturnstrabant ist sehr wenig von der Größe des Mars (892 Meilen) verschieden*). Wenn das Problem der telescopischen Sichtbarkeit von dem Durchmesser allein abhinge, und nicht gleichzeitig durch die Nähe der Scheibe des Hauptplaneten, durch die große Entfernung und die Beschaffenheit der lichtreflectirenden Oberfläche bedingt wäre, so würde man für die kleinsten der Nebenplaneten den 1sten und 2ten der Saturnstrabanten (Mimas und Enceladus) und die beiden mehrfach gesehenen Uranustrabanten zu halten haben; vorsichtiger ist es aber, sie bloß als die kleinsten Richtpunkte zu bezeichnen. Gewisser scheint es bis jetzt, daß unter den Kleinen Planeten überhaupt die kleinsten aller planetarischen Weltkörper (Haupt- und Nebenplaneten) zu suchen sind †).

Die Dichtigkeit der Satelliten ist keinesweges immer geringer als die ihres Hauptplaneten, wie dies der Fall ist beim Erdmonde (dessen Dichtigkeit nur 0,619 von der unserer Erde ist) und bei dem 4ten Jupiterstrabanten. Der dichteste dieser Trabantengruppe, der 2te, ist auch dichter als Jupiter selbst, während der 3te und größte gleiche Dichtigkeit mit dem Hauptplaneten zu haben scheint. Auch die Massen nehmen gar nicht mit dem Abstände zu. Sind die Planeten aus kreisenden Ringen entstanden; so müssen eigene, uns vielleicht ewig unbekannt bleibende Ursachen größere und kleinere, dichtere oder undichtere Anhäufungen um einen Kern veranlaßt haben.

Die Bahnen der Nebenplaneten, die zu einer Gruppe gehören, haben sehr verschiedene Excentricitäten. Im Jupiters-Systeme sind die Bahnen der Trabanten 1 und 2 fast kreisförmig, während die Excentricitäten der Trabanten 3 und 4 auf 0,0013 und 0,0072 steigen. Im Saturns-Systeme ist die Bahn des dem Hauptplaneten nächsten Trabanten (Mimas) schon beträchtlich excentrischer als die Bahnen von Enceladus und des von Bef-

*) A. a. D. § 548.

†) S. Mädler's Versuch, den Durchmesser der

Besta (66 geogr. Meilen?) bei 1000maliger Vergrößerung zu bestimmen in seiner Astronomie S. 218.

sel so genau bestimmten Titan, welcher zuerst entdeckt wurde und der größte ist. Die Excentricität dieses 6ten Trabanten des Saturn ist nur 0,02922. Nach allen diesen Angaben, die zu den sicheren gehören, ist Mimas allein mehr excentrisch als der Erdmond (0,05484); letzterer hat die Eigenheit, daß seine Bahn um die Erde unter allen Satelliten die stärkste Excentricität im Vergleich mit der des Hauptplaneten zeigt. Mimas (0,068) kreist um Saturn (0,056), aber unser Mond (0,054) um die Erde, deren Excentricität nur 0,016 ist. Ueber die Abstände der Trabanten von den Hauptplaneten vergl. Kosmos Buch I. S. 46. Die Entfernung des dem Saturn nächsten Trabanten (Mimas) wird gegenwärtig nicht mehr zu 20022 geogr. Meilen, sondern zu 25600 angeschlagen: woraus sich ein Abstand von dem Ringe des Saturn, diesen zu 6047 Meilen Breite und den Abstand des Ringes von der Oberfläche des Planeten zu 4594 Meilen gerechnet, von etwas über 7000 Meilen ergibt*). Auch in der Lage der Satelliten-Bahnen zeigen sich merkwürdige Anomalien neben einer gewissen Uebereinstimmung in dem Systeme des Jupiter, dessen Satelliten sich sehr nahe alle in der Ebene des Aequators des Hauptplaneten bewegen. In der Gruppe der Saturnstrabanten kreisen 7 meist in der Ebene des Ringes, während der äußerste Ste, Japetus, $12^{\circ} 14'$ gegen die Ring-Ebene geneigt ist.

In diesen allgemeinen Betrachtungen über die Planetenkreise im Weltall sind wir von dem höheren, wahrscheinlich nicht höchsten †), Systeme, von dem der Sonne, zu den untergeordneten Partial-Systemen des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun herabgestiegen. Wie dem denkenden und zugleich phantasirenden Menschen ein Streben nach Verallgemeinerung der Ansichten angeboren ist, wie ihm ein unbefriedigtes kosmisches Ahnden in der translatorischen Bewegung ‡) unsres Sonnensystemes durch den Weltraum die Idee einer höheren Beziehung und Unterordnung darzubieten scheint; so ist auch der Möglichkeit gedacht worden, daß die Trabanten des Jupiter wieder Centrakörper für andere secundäre, wegen ihrer Kleinheit nicht gesehene Weltkörper sein könnten. Dann wären den einzelnen Gliedern der Partial-Systeme, deren Hauptsitz die Gruppe der äußeren Hauptplaneten ist, andere, ähnliche Partial-Systeme untergeordnet. Formwiederholungen in wiederkehrender Gliederung gefallen allerdings, auch als selbstgeschaffene Gebilde, dem ordnenden Geiste; aber jeder ernsteren Forschung bleibt es geboten den idealen Kosmos nicht mit dem wirklichen, das Mögliche nicht mit dem durch sichere Beobachtungen Ergründeten zu vermengen.

Specielle Aufzählung der Planeten und ihrer Monde, als Theile des Sonnengebiets.

Es ist, wie ich schon mehrmals erinnert, der besondere Zweck einer physischen Weltbeschreibung, alle wichtigen, in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts genau ergründeten, numerischen Resultate in dem siderischen wie in dem tellurischen Gebiete der Erscheinungen zusammenzustellen. Das Gestaltete und Bewegte wird hier als ein Geschaffenes, Daseiendes, Gemessenes geschildert. Die Gründe, auf welchen die erlangten numerischen Resultate beruhen; die cosmogonischen Vermuthungen, welche seit Jahrtausenden nach den wechselnden Zuständen des mechanischen und physikalischen Wissens über das Werden entstanden sind: gehören im strengeren Sinne des Wortes nicht in den Bereich dieser empirischen Untersuchungen. (Kosmos Buch I. S. 19—20, 32 und 39.)

S o n n e.

Was sowohl die Dimensionen als die dermaligen Ansichten über die physische Beschaffen-

*) In der früheren Angabe (Kosmos Buch I. S. 46) war der Aequatorial-Halbmesser des Saturn zum Grunde gelegt.

†) Vergl. Kosmos Buch III. S. 491.

‡) Ich habe im Naturgemälde von der translatorischen Bewegung der Sonne umständlich gehandelt (Kosmos Buch I. S. 72 und 73 (vergl. auch Buch III. S. 484).

heit des Centralkörpers betrifft, ist schon oben (Rosmos Buch III. S. 526–542) angegeben worden. Es bleibt hier nur übrig, nach den neuesten Beobachtungen noch einiges über die rothen Gestalten und rothen Wolkenmassen hinzuzufügen, deren S. 532 besondere Erwähnung geschah. Die wichtigen Erscheinungen, welche die totale Sonnenfinsterniß vom 28. Juli 1851 im östlichen Europa dargeboten, haben die, schon von Arago 1842 angeregte Meinung, daß die rothen, berg- oder wolkenartigen Hervorragungen am Rande der verfinsterten Sonne zu der gasartigen äußersten Umhüllung des Centralkörpers gehören*), noch mehr bekräftigt. Es sind diese Hervorragungen von dem westlichen Mondrande aufgedeckt worden, je nachdem in seiner Bewegung der Mond gegen Osten fortgerückt ist (Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 457); dagegen sind sie wieder verschwunden, wenn sie an der entgegenstehenden Seite durch den östlichen Mondrand verdeckt wurden.

Die Intensität des Lichts jener Rand-Erhebungen ist abermals so beträchtlich gewesen, daß man sie durch dünne Wolken verschleiert in Fernröhren, ja selbst mit bloßen Augen innerhalb der Corona hat erkennen können.

Die Gestalt der, meist rubin- oder purpurrothen Erhebungen hat sich (bei einigen derselben) während der Total-Finsterniß sichtbar schnell verändert; eine dieser Erhebungen ist an ihrem Gipfel gekrümmt erschienen, und hat, wie eine oben umgebogene Rauchsäule, vielen Beobachtern in der Nähe der Spitze ein frei schwebendes, abgesondertes Gewölk†) gezeigt. Die Höhe dieser Hervorragungen wurde meist 1' bis 2' geschätzt; an einem Punkte soll sie mehr betragen haben. Außer diesen zapfenartigen Erhebungen, deren man drei bis fünf gezählt, wurden auch carminrothe, langgestreckte, bandartige, wie auf dem Mondrande anliegende, oft gezähnte, niedrige Streifen gesehen‡).

Man hat wieder deutlichst, besonders beim Austritt, den Theil des Mondrandes erkennen können, welcher sich nicht||) auf die Sonnenscheibe projectirte.

Eine Gruppe von Sonnenflecken war sichtbar, doch einige Minuten von dem Sonnenrande entfernt, da, wo die größte hakenförmige rothe Gibbosität entstand. Gegenüber, unweit der matten östlichen Hervorragung, war ebenfalls nahe am Rande ein Sonnenfleck. Diese trichterförmigen Vertiefungen können wegen des erwähnten Abstandes wohl nicht das Material zur rothen gasartigen Exhalation hergegeben haben; aber weil bei starker Vergrößerung die ganze Oberfläche der Sonne sichtbar Poren zeigt, so ist doch wohl die Vermuthung am wahrscheinlichsten: daß dieselbe Dampf- und Gas-Emanation, welche, von dem Sonnenkörper aufsteigend, die Trichter¶) bildet, durch diese, welche uns als Sonnenflecken erscheinen, oder durch kleinere Poren sich ergießt, und, erleuchtet, unserem Auge

*) Rosmos Buch III. S. 533 und Anm. *) und †).

†) Vergl. die Beobachtungen des schwedischen Mathematikers Wigerus Wassenius zu Gothenburg während der totalen Sonnenfinsterniß des 2. Mai 1733, und den Commentar dazu von Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1846 p. 441 und 462. Dr. Galle, welcher am 28. Juli 1851 zu Frauenburg beobachtete, sah „das frei schwebende Wölkchen durch drei oder noch mehr Fasern mit der hakenförmigen (gekrümmten) Gibbosität verbunden.“

‡) Beral, „was ein sehr geübter Beobachter, der Schiffscapitän Bérarb, am 8. Juli 1842 in Toulon beobachtete. „Il vit une bande rouge, très mince, dentelée irrégulièrement;“ a. a. D. p. 416.

||) Dieser Umriß des Mondes, während der totalen Sonnenfinsterniß am 8. Juli 1842 von 4 Beobachtern genau erkannt, war vorher bei ähnlichen Sonnenfinsternissen noch nie beschrieben worden. Die Möglichkeit des Sehens von einem äußeren Mond-Umriß scheint abhängig von dem Pfade, welches die dritte äußerste Umhüllung der Sonne und der Lichtring (die Straf-

lenfrone) geben. „La lune se projecte en partie sur l'atmosphère du Soleil. Dans la portion de la lunette où l'image de la lune se forme, il n'y a que la lumière provenant de l'atmosphère terrestre. La lune ne fournit rien de sensible et, semblable à un écran, elle arrête tout ce qui provient de plus loin et lui correspond. En dehors de cette image, et précisément à partir de son bord, le champ est éclairé à la fois par la lumière de l'atmosphère terrestre et par la lumière de l'atmosphère solaire. Supposons que ces deux lumières réunies forment un total plus fort de $\frac{1}{60}$ que la lumière atmosphérique terrestre, et, dès ce moment, le bord de la lune sera visible. Ce genre de vision peut prendre le nom de vision négative; c'est en effet par une moindre intensité de la portion du champ de la lunette où existe l'image de la lune, que le contour de cette image est aperçu. Si l'image était plus intense que le reste du champ, la vision serait positive.“ Arago a. a. D. p. 384. (Vergl. auch über diesen Gegenstand Rosmos Buch III. S. 413 und Anm. *).

¶) Rosmos Buch III. S. 529–531.

rothe, vielgestaltete Dampssäulen und Wolken in der dritten Sonnen-Umhüllung dar-
bietet.

Merkur.

Wenn man sich erinnert, wie viel seit den frühesten Zeiten die Aegypter*) sich mit dem Merkur (Set—Horus) und die Inder mit ihrem Budha†) beschäftigt haben; wie unter dem heiteren Himmel von West-Arabien der Sternendienst in dem Stamme der Ase-
diten‡) ausschließlich auf den Merkur gerichtet war; ja wie Ptolemäus im 9ten Buche des Almagest 14 Beobachtungen dieses Planeten benutzen konnte, die bis 261 Jahre vor unserer Zeitrechnung hinaufreichen und theilweise den Chaldäern§) gehören: so ist man allerdings verwundert, daß Copernicus, welcher das siebzigste Jahr erreicht hat, sich auf seinem Sterbebette beklagte, so viel er sich bemühet, den Merkur nie gesehen zu haben. Doch bezeichneten die Griechen¶) mit Recht diesen Planeten wegen seines bisweilen so intensiven Lichts mit dem Namen des stark funkelnden (σπιλζων). Er bietet Phasen (wechselnde Lichtgestalten) dar wie Venus, und erscheint uns auch wie diese als Morgen- und Abendstern.

Merkur ist in seiner mittleren Entfernung wenig über 8 Millionen geographischer Meilen von der Sonne entfernt, genau 0,3870938 Theile des mittleren Abstandes der Erde von der Sonne. Wegen der starken Excentricität seiner Bahn (0,2056163) wird die Entfernung des Merkur von der Sonne im Perihel $6\frac{1}{2}$, im Aphel 10 Millionen Meilen. Er vollführt seinen Umlauf um die Sonne in 87 mittleren Erdentagen und $23^{\circ} 15' 46''$. Durch die, wenig sichere Beobachtung der Gestalt von dem südlichen Horn der Sichel und durch Auffindung eines dunkeln Streifens, welcher gegen Osten am schwärzesten war, haben Schröter und Harding die Rotation zu $24^{\circ} 5'$ geschätzt.

Nach Bessel's Bestimmungen bei Gelegenheit des Merkur-Durchganges vom 5. Mai 1832 beträgt der wahre Durchmesser 671 geogr. Meilen**), d. i. 0,391 Theile des Erddurchmessers.

Die Masse des Merkur war von Lagrange nach sehr gewagten Voraussetzungen über die Reciprocität des Verhältnisses der Dichtigkeiten und Abstände bestimmt worden. Durch den Endischen Cometen von kurzer Umlaufzeit wurde zuerst ein Mittel gegeben, dieses wichtige Element zu verbessern. Die Masse des Planeten wird von Ende als $\frac{486}{1751}$ der Sonnenmasse oder etwa $\frac{1}{137}$ der Erdmasse gesetzt. Laplace gab ††) für die Masse des Merkur nach Lagrange $\frac{202}{1510}$ an, aber die wahre Masse ist nur etwa $\frac{1}{12}$ von der Lagrange'schen. Es wird durch diese Verbesserung auch zugleich die vorige hypothetische Angabe von der schnellen Zunahme der Dichtigkeit mit Annäherung eines Planeten an die Sonne widerlegt. Wenn man mit Hansen den körperlichen Inhalt des Merkur zu $\frac{1}{100}$ der Erde annimmt, so folgt daraus die Dichtigkeit des Merkur nur als 1,22. „Diese Bestimmungen,“ setzt mein Freund, der Urheber derselben, hinzu, „sind nur als erste Versuche zu betrachten, die sich indessen der Wahrheit weit mehr nähern als die Laplace'sche Annahme.“ Die Dichtig-

*) Lepsius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 92–96.

†) Rossmos Buch III. S. 544 Anm. †).

‡) A. a. D. Bb. II. S. 306.

§) Kalande in den Mém. de l'Acad. des Sciences pour 1766 p. 493; Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II. p. 320.

¶) Rossmos Buch III. S. 544.

*) Bei dem Merkur-Durchgange vom 4. Mai 1832 fanden Mädler und Wilhelm Voer (Beiträge zur phys. Kenntniss der himmlischen Körper 1841 S. 145) den Durchmesser des Merkur 583 Meilen; aber in der Ausgabe der Astronomie von 1849 hat Mädler das Bessel'sche Resultat vorgezogen.

††) Laplace, Exposition du Syst. du Monde 1824 p. 209. Der berühmte Verfasser gesteht aber selbst, daß zur Bestimmung der Mercurmasse er sich ge-

gründet habe auf die „hypothèse très précaire qui suppose les densités de Mercure et de la Terre réciproques à leur moyenne distance du Soleil.“ — Ich habe weder der 58000 Fuß hohen Berge auf der Merkur'scheibe, die Schröter gemessen haben will, und die schon Kaiser (Sternenhimmel 1850 § 57) bezweifelt, noch der von Lemmonier und Meffier (Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18^{ème} siècle p. 222) behaupteten Sichtbarkeit einer Merkur-Atmosphäre, während der Durchgänge vor der Sonne; noch der vorübergehenden Wollenzüge und Oberflächen-Verdunkelung auf dem Planeten erwähnen mögen. Bei dem Durchgange, den ich in Peru am 8. November 1802 beobachtete, bin ich sehr auf die Schärfe des Umfisses des Planeten während des Austritts aufmerksam gewesen. habe aber nichts von einer Umhüllung bemerkt.

zeit des Merkur wurde vor 10 Jahren noch fast dreimal größer als die Dichte der Erde angenommen: zu 2,56 oder 2,94, wenn die Erde = 1,00.

V e n u s.

Die mittlere Entfernung derselben von der Sonne ist 0,7233317 in Theilen der Entfernung der Erde von der Sonne, d. i. 15 Millionen geogr. Meilen. Die siderische oder wahre Umlaufzeit der Venus ist 224 Tage 16^h 49' 7". Kein Hauptplanet kommt der Erde so nahe als Venus: sie kann sich uns bis 5½ Millionen Meilen nähern, aber auch von uns auf 36 Millionen Meilen entfernen; daher die große Veränderlichkeit des scheinbaren Durchmessers, welcher keinesweges allein die Stärke des Glanzes bestimmt*). Die Excentricität der Venusbahn ist nur 0,00686182: wie immer, in Theilen der halben großen Ape ausgedrückt. Der Durchmesser des Planeten beträgt 1694 geogr. Meilen; die Masse ¹⁰¹⁸⁹⁹ der körperliche Inhalt 0,957 und die Dichtigkeit 0,94 in Vergleichung zur Erde.

Von den, durch Kepler nach seinen Rudolphinischen Tafeln zuerst verkündigten Durchgängen der zwei unteren Planeten ist der der Venus, wegen Bestimmung der Sonnen-Parallaxe und daraus hergeleiteter Entfernung der Erde von der Sonne, von der größten Wichtigkeit für die Theorie des ganzen Planetensystems. Nach Ende's erschöpfender Untersuchung des Venus-Durchganges von 1769 ist die Parallaxe der Sonne 8",57116 (Berliner Jahrbuch für 1852 S. 323). Eine neue Arbeit über die Sonnen-Parallaxe ist auf den Vorschlag eines ausgezeichneten Mathematikers, des Prof. Werling zu Marburg, auf Befehl der Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika seit 1849 unternommen worden. Es soll die Parallaxe durch Beobachtungen der Venus in der Nähe des östlichen und westlichen Stillstandes, wie durch Micrometer-Messungen der Differenzen in Rectascension und Declination von wohlbestimmten Fixsternen, in bedeutenden Längen- und Breiten-Unterschieden, erlangt werden (Schum. Astr. Nach. No. 599 S. 363 und No. 613 S. 193). Die astronomische Expedition unter Befehl des kenntnißvollen Lieutenants Gillis hat sich nach Santiago de Chile begeben.

Die Rotation der Venus ist lange vielen Zweifeln unterworfen gewesen. Dominique Cassini 1669 und Jacques Cassini 1732 fanden sie 23^h 20', während Bianchini †) in Rom 1726 die langsame Rotation von 24 1/3 Tagen annahm. Genauere Beobachtungen von de Vico in den Jahren 1840 bis 1842 geben durch eine große Anzahl von Venusflecken im Mittel 23^h 21' 21",93.

Diese Flecken, an der Grenze der Scheidung zwischen Licht und Schatten in der sichelförmigen Venus, erscheinen selten, sind schwach und meist veränderlich: so daß beide Herschel, Vater und Sohn, glauben, daß sie nicht der festen Oberfläche des Planeten, sondern wahrscheinlicher einer Venus-Atmosphäre ‡) angehören. Die veränderliche Gestalt der

*) „Der Ort der Venusbahn, in welchem der Planet uns in dem hellsten Lichte erscheinen kann, so daß er selbst mit unbewaffnetem Auge am Mittag zu sehen ist, liegt zwischen der unteren Conjunction und der größten Digression, nahe bei der letzten, nahe dem Abstände von 40° von der Sonne oder von dem Orte der unteren Conjunction. Im Mittel erscheint Venus in ihrem schönsten Lichte, 40° östlich und westlich von der Sonne entfernt, wenn ihr scheinbarer Durchmesser, welcher in der unteren Conjunction bis auf 66" anwachsen kann, nur etwa 40" hat, und wenn die größte Breite ihrer beleuchteten Phase kaum 10" mißt. Die Erdoberde giebt dann der schmalen Lichtsäule ein so intensives Licht, daß sie in der Abwesenheit der Sonne Schatten wirft.“ Littrow, theoretische Astronomie 1834 Th. II. S. 68. — Ob Copernicus die Nothwendigkeit einer künftigen Entdeckung von Venus-Phasen vorher verkündigt hat, wie in Smith's Optics, Sect. 1050, und in vielen anderen Schriften wiederholt behauptet wird, ist neuerlichst durch Professor de Morgan's genauere Untersuchung von dem Werte der Revolutionibus, wie es auf

uns gekommen, überaus zweifelhaft geworden. S. den Brief von Adams an Rev. R. Main vom 7. Sept. 1846 in Rep. of the Royal Astron. Soc. Vol. VII. No. 9 p. 142. (Vergl. auch Kosmos Buch II. S. 386).

†) Delambre, Hist. de l'Astr. au 18^{me} siècle p. 256-258. Das Resultat von Bianchini ist verteidigt worden von Suffer und Klauergues; auch Hansen, dessen Auctorität mit Recht so groß ist, hielt es bis 1836 für das wahrscheinlichere (Schumacher's Jahrb. für 1837 S. 90).

‡) Arago über die Bessel'sche merkwürdige Beobachtung des 12. Aug. 1790 im Annuaire pour 1842 p. 539. „Ce qui favorise aussi la probabilité de l'existence d'une atmosphère qui enveloppe Venus, c'est le résultat optique obtenu par l'emploi d'une lunette prismatique. L'intensité de la lumière de l'intérieur du croissant est sensiblement plus faible que celle des points situés dans la partie circulaire du disque de la planète.“ Arago, Handschriften von 1847.)

Hörner, besonders des südlichen, an der Sichel, ist von La Hire, Schröter und Mädler theils zu Schätzung der Höhe von Bergen, theils und vorzüglich zur Bestimmung der Rotation benutzt worden. Die Erscheinungen dieser Veränderlichkeit sind von der Art, daß sie nicht Berggipfel zur Erklärung erfordern von 5 geogr. Meilen (114000 Fuß), wie sie Schröter zu Lilienthal angab, sondern nur Höhen, wie sie unser Planet in beiden Continenten darbietet *). Bei dem Wenigen, das wir von dem Oberflächen-Ansehen und der physischen Beschaffenheit der sonnennahen Planeten, Merkur und Venus, wissen, bleibt auch die von Christian Mayer, William Herschel †) und Harding in dem dunklen Theile bisweilen beobachtete Erscheinung eines aschfarbenen Lichtes, ja eines eigenthümlichen Lichtprocesses überaus räthselhaft. Es ist bei so großer Ferne nicht wahrscheinlich, daß das reflectirte Erdlicht in der Venus, wie bei unserem Monde, eine aschfarbige Erleuchtung auf der Venus hervorbringe. In den Scheiben beider unteren Planeten, Merkur und Venus, ist bisher noch keine Abplattung bemerkt worden.

Erde.

Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne ist 12032mal größer als der Durchmesser der Erde: also 20682000 geogr. Meilen, ungewiß auf etwa 90000 Meilen (auf 230). Der siderische Umlauf der Erde um die Sonne ist $365^{\circ} 6' 9''$, 7496. Die Excentricität der Erdbahn beträgt 0,01679226, die Masse 338551 ; die Dichtigkeit im Verhältniß zum Wasser 5,44. Vessel's Untersuchung von 10 Gradmessungen gab eine Erd-Abplattung von $299\frac{1}{135}$; die Länge einer geographischen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators gehen, zu 3807,23 Toisen, und die Aequatorial- und Polar-Durchmesser zu 1718,9 und 1713,1 geogr. Meilen (Kosmos Buch I. S. 84 Anm. *). Wir beschränken uns hier auf numerische Angaben von Gestalt und Bewegungen; alles, was sich auf die physische Beschaffenheit der Erde bezieht, bleibt dem letzten, tellurischen Theile des Kosmos vorbehalten.

Mond der Erde.

Mittlere Entfernung des Mondes von der Erde 51800 geogr. Meilen; siderische Umlaufzeit 27 Tage $7^{\circ} 43' 11''$, 5; Excentricität der Mondbahn 0,0548442; Durchmesser des Mondes 454 geogr. Meilen, nahe $\frac{1}{4}$ des Erd-Durchmessers; körperlicher Inhalt $\frac{1}{8}$ des körperlichen Inhalts der Erde; Masse des Mondes nach Lindenau $57,73$ (nach Peters und Schidlossky $\frac{1}{6}$) der Masse der Erde; Dichtigkeit 0,619 (also fast $\frac{1}{2}$) der Dichtigkeit der Erde. Der Mond hat keine wahrnehmbare Abplattung, aber eine äußerst geringe, durch die Theorie bestimmte, Verlängerung (Anschwellung) gegen den Erdkörper hin. Die Rotation des Mondes um seine Achse wird vollkommen genau (und das ist wahrscheinlich der Fall bei allen anderen Nebenplaneten) in derselben Zeit vollbracht, in welcher er um die Erde läuft.

Das von der Mondfläche reflectirte Sonnenlicht ist unter allen Zonen schwächer als das Sonnenlicht, welches ein weißes Gewölk bei Tage zurückwirft. Wenn man zu geographischen Längen-Bestimmungen oft Abstände des Mondes von der Sonne nehmen muß, ist es nicht selten schwer, die Mondscheibe zwischen den licht-intensiveren Haufenwolken zu erkennen. Auf Berghöhen, die zwischen zwölf- und sechzehntausend Fuß hoch liegen, da wo bei heiterer Bergluft nur federartiger Cirrus am Himmelsgewölbe zu sehen ist, wurde mir das Auffuchen der Mondscheibe um vieles leichter, weil der Cirrus seiner lockeren Beschaffenheit nach weniger Sonnenlicht reflectirt und das Mondlicht auf seinem Wege durch dünne Luftschichten minder geschwächt ist. Das Verhältniß der Lichtstärke der Sonne zu

*) Wilhelm Beer und Mädler, Beiträge zur physischen Kenntniß der himmlischen Körper S. 148. Der sogenannte Venusmond, den Fontana, Dominicus Cassini und Short wollen erkannt haben, für den Lambert Tafeln berechnet, und der in Grefeld (Berliner Jahrbuch 1778 S. 186) volle 3 Stunden nach dem Austritt der Venus in dem Mittelpunkt der Sonnenscheibe soll gesehen worden sein; gehört zu den astronomischen Mythen einer unkritischen Zeit.

†) Philos. Transact. 1795 Vol. 86 p. 214.

der des Vollmondes verdient eine neue Untersuchung, da Bouguer's, überall angenommene Bestimmung ($\frac{1}{300000}$) so auffallend von der, freilich unwahrscheinlicheren, Wollaston's ($\frac{1}{500000}$) abweicht*).

Das gelbe Mondlicht erscheint bei Tage weiß, weil die blauen Luftschichten, durch welche wir es sehen, die Complementar-Farbe zum Gelb darbieten †). Nach den vielfachen Beobachtungen, die Arago mit seinem Polariscope angestellt, ist in dem Mondlichte polarisirtes Licht enthalten: am deutlichsten im ersten Viertel und in den grauen Mondflecken; z. B. in der großen, dunklen, bisweilen etwas grünlichen, Kallebene des sogenannten Mare Crisium. Solche Kallebenen sind meist mit Bergadern durchzogen, deren polaredrische Gestalt diejenigen Inclinations-Winkel der Flächen darbietet, welche zur Polarisation des reflectirten Sonnenlichts erforderlich sind. Der dunkle Farbenton der Umgegend scheint dazu durch Contrast die Erscheinung noch bemerkbarer zu machen. Was den leuchtenden Centralberg der Gruppe Aristarch betrifft, an dem man mehrmals thätigen Vulcanismus zu bemerken wähnte, so hat derselbe keine stärkere Polarisation des Lichts gezeigt als andere Mondtheile. In dem Vollmond wird keine Beimischung von polarisirtem Lichte bemerkt; aber während einer totalen Mondfinsterniß (31. Mai 1848) hat Arago in der roth gewordenen Mondscheibe (einem Phänomen, von dem wir weiter unten sprechen werden) unzweifelhafte Zeichen von Polarisation wahrgenommen (Comptes rendus T. XVIII. p. 1119).

Daß das Mondlicht wärmeerzeugend ist, gehört, wie so viele andere meines berühmten Freundes Melloni, zu den wichtigsten und überraschendsten Entdeckungen unseres Jahrhunderts. Nach vielen vergeblichen Versuchen, von La Hire an bis zu denen des scharfsinnigen Forbes ‡), ist es Melloni geglückt, mittelst einer Linse (lentille à échelons) von drei Fuß Durchmesser, die für das meteorologische Institut am Vesuv-Regel bestimmt war, bei verschiedenen Wechseln des Mondes die befriedigendsten Resultate der Temperatur-Erhöhung zu beobachten. Mosotti-Lavagna und Belli, Professoren der Universitäten Pisa und Pavia, waren Zeugen dieser Versuche, die nach Maßgabe des Alters und der Höhe des Mondes verschiedene ausfielen. Wie viel die Quantität der Temperatur-Erhöhung, welche Melloni's thermoscopische Säule erzeugte, in Bruchtheilen eines hunderttheiligen Thermometergrades ausgedrückt, betrage, wurde damals (Sommer 1846) noch nicht ergründet §).

Das aschgraue Licht, in welchem ein Theil der Mondscheibe leuchtet, wenn einige Tage vor oder nach dem Neumonde sie nur eine schmale, von der Sonne erleuchtete Sichel dar-

* Rossmos Buch III. S. 432 und Anm. ¶).

†) „La lumière de la lune est jaune, tandis que celle de Vénus est blanche. Pendant le jour la lune paraît blanche, parce qu'à la lumière du disque lunaire se mêle la lumière bleue de cette partie de l'atmosphère que la lumière jaune de la lune traverse.“ Arago in *Handsch.* von 1847. Die am meisten brechbaren Farben im Spectrum, von Blau bis Violet, ergingen sich, Weiß zu bilden, mit den weniger brechbaren, von Roth bis Grün. (Rossmos Buch III. S. 497 Anm. ¶).

‡) Forbes on the refraction and polarisation of Heat in the Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XIII. 1836 p. 131.

§) Lettre de Mr. Melloni à Mr. Arago sur la puissance calorifique de la lumière de la lune in den Comptes rendus T. XXII. 1846 p. 541-544. Vergl. auch wegen der historischen Angaben den Jahresbericht der physikalischen Gesellschaft zu Berlin Bd. II. S. 272. — Merkwürdig genug hat es mir immer erschienen, daß von den frühesten Zeiten her, wo Wärme nur durch das Gefühl bestimmt wurde, der Mond zuerst die Idee erregt hat, daß Licht und Wärme getrennt gefunden werden könnten. Bei den Indern heißt im Sanskrit der Mond als König der Sterne der kalte

(‘sitala, hima), auch der kaltsirahlende (himan'-su), während die Sonne mit ihren Strahlenhänden ein Schöpfer der Wärme (nidāghakara) heißt. Die Flecken des Mondes, in denen westliche Völker ein Gesicht zu erkennen glauben, stellen nach indischer Ansicht ein Reh oder einen Falsen vor: daher die Sanskritnamen des Mondes Rehräger (mrigadhara) oder Hasenträger (śaśabhrī). Schüp, fünf Gesänge des Bhāttī - Kāvya 1837 S. 19-23. — Bei den Griechen wird geklagt (Plutarch in dem Gespräch de facie quae in orbe Lunae apparet, Moralia ed. Wittenbach T. IV. Oxon. 1797 p. 793): „daß das Sonnenlicht, von dem Monde reflectirt, alle Wärme verliere, so daß uns nur schwache Reste davon überkommen.“ In Macrobius (Comm. in Somnium Scip. I. 19 ed. Lub. Janus 1848 p. 105) heißt es: „Luna speculi instar lumen quo illustratur. . . . rursus emittit, nullum tamen ad nos perferentem sensum caloris: quia lucis radius, cum ad nos de origine sua, id est de Sole, pervenit, naturam secum ignis de quo nascitur devehit; cum vero in lunae corpus infunditur et inde resplendet, sicut iam refundit claritatem, non calorem.“ (Eben so Macrobius Saturnal. lib. VII cap. 16, ed. Bip. T. II. p. 277.)

bietet, ist Erdenlicht im Monde, „der Widerschein eines Widerscheins.“ Je weniger der Mond für die Erde erleuchtet erscheint, desto mehr ist erleuchtend die Erde für den Mond. Unser Planet bescheint aber den Mond 13 $\frac{1}{2}$ mal stärker, als der Mond seinerseits ihn erleuchtet; und dieser Schein ist hell genug, um durch abermalige Reflexion von uns wahrgenommen zu werden. Das Fernrohr unterscheidet in dem aschgrauen Lichte die größeren Flecken, und einzelne hellglänzende Punkte, Verggipfel in den Mondlandschaften; ja selbst dann noch einen grauen Schimmer, wenn die Scheibe schon etwas über die Hälfte erleuchtet ist *). Zwischen den Wendekreisen und auf den hohen Bergebenen von Quito und Mexico werden diese Erscheinungen besonders auffallend. Seit Lambert und Schröter ist die Meinung herrschend geworden, daß die so verschiedene Intensität des aschgrauen Lichtes des Mondes von dem stärkeren oder schwächeren Reflex des Sonnenlichts herrührt, das auf die Erdoberfläche fällt: je nachdem dasselbe von zusammenhängenden Continental-Massen voll Sandwüsten, Grassteppen, tropischer Waldung und öden Felsbodens; oder von großen oceanischen Flächen zurückgeworfen wird. Lambert hat in einem lichtvollen Cometenfucher (14. Februar 1774) die merkwürdige Beobachtung einer Veränderung des aschfarbenen Mondlichtes in eine olivengrüne, etwas ins Gelbe spielende Farbe gemacht. „Der Mond, der damals senkrecht über dem atlantischen Meere stand, erhielt in seiner Nachtseite das grüne Erdenlicht, welches ihm bei wolkenfreiem Himmel die Waldgegenden †) von Südamerika zusendeten.“

Der meteorologische Zustand unserer Atmosphäre modificirt diese Intensitäten des Erdenlichts, welches den zwiefachen Weg von der Erde zum Monde und vom Monde zu unserem Auge zurücklegen muß. „So werden wir,“ wie Arago ‡) bemerkt, „wenn einst besser photometrische Instrumente anzuwenden sind, in dem Monde gleichsam den mittleren Zustand der Diaphanität unserer Atmosphäre lesen können.“ Die erste richtige Erklärung von der Natur des aschfarbenen Lichts des Mondes schreibt Kepler (ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p. 254) seinem, von ihm hoch verehrten Lehrer Mästlin zu, welcher dieselbe 1596 in den zu Tübingen öffentlich vertheiligten Thesen vorgetragen hatte. Galilei sprach (Sidereus Nuncius p. 26) von dem reflectirten Erdenlichte als von einer Sache, die er seit mehreren Jahren selbst aufgefunden; aber hundert Jahre vor Kepler und Galilei war die Erklärung des uns sichtbaren Erdenlichts im Monde dem allesumfassenden Genie des Leonardo da Vinci nicht entgangen. Seine lange vergessenen Manuscripte lieferten den Beweis davon ||).

Bei den totalen Mondfinsternissen verschwindet der Mond in überaus seltenen Fällen gänzlich; so verschwand er nach Kepler's frühester Beobachtung ¶) am 9. December 1601; und in neuester Zeit, ohne selbst durch Fernröhre aufgefunden zu werden, am 10. Juni

*) Mästlin, Astr. § 112.

†) S. Lambert sur la lumière cendrée de la Lune in den Mém. de l'Acad. de Berlin Année 1773 p. 46: „la Terre, vue des planètes, pourra paroître d'une lumière verdâtre, à peu près comme Mars nous paroît d'une couleur rougeâtre.“ Wir wollen darum nicht mit dem scharfsinnigen Manne die Vermuthung aufstellen, daß der Planet Mars mit einer rothen Vegetation, wie mit rosenrothen Gebüsch der Bougainvillaea (Sumbolbt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 334) bedeckt sei. — „Wenn in Mittel-Europa der Mond kurz vor dem Neumonde in den Morgenstunden am Himmels steht, so erhält er das Erdenlicht hauptsächlich von den großen Platau-Flächen Asiens und Afrikas. Steht der Mond aber nach dem Neumonde Abends in Westen, so kann er nur den Reflex von dem schmaleren amerikanischen Continente und hauptsächlich von dem weiten Oceane in geringerer Menge empfangen.“ Wilhelm Beer und Mästlin, der Mond nach seinen kosmischen Verhältnissen § 106 S. 152.

‡) Séance de l'Académie des Sciences le 5 Août

1833: „Mr. Arago signale la comparaison de l'intensité lumineuse de la portion de la lune que les rayons solaires éclairent directement, avec celle de la partie du même astro qui reçoit seulement les rayons réfléchis par la terre. Il croit d'après les expériences qu'il a déjà tentées à cet égard, qu'on pourra, avec des instrumens perfectionnés, saisir dans la lumière cendrée les différences de l'éclat plus ou moins nuageux de l'atmosphère de notre globe. Il n'est donc pas impossible, malgré tout ce qu'un pareil résultat exciterait de surprise au premier coup d'oeil, qu'un jour les météorologistes aillent puiser dans l'aspect de la lune des notions précieuses sur l'état moyen de la diaphanéité de l'atmosphère terrestre, dans les hémisphères, qui successivement concourent à la production de la lumière cendrée.“

||) Venturi, Essai sur les ouvrages de Léonard de Vinci 1797 p. 11.

¶) Kepler, Paralip. vel Astronomiae pars optica 1604 p. 297.

1816 zu London. Ein eigener, nicht genugsam ergründeter Diaphanitäts-Zustand einzelner Schichten unserer Atmosphäre muß die Ursach dieser so seltenen als sonderbaren Erscheinung sein. Hevelius bemerkt ausdrücklich, daß in einer totalen Finsterniß (am 25. April 1642) der Himmel bei völlig heiterer Luft mit funkelnden Sternen bedeckt war, und doch in den verschiedensten Vergrößerungen, die er anwandte, die Mondscheibe spurlos verschwunden blieb. In anderen, ebenfalls sehr seltenen Fällen werden nur einzelne Theile des Mondes schwach sichtbar. Gewöhnlich sieht man die Scheibe während einer totalen Verfinsternung roth, und zwar in allen Graden der Intensität der Farbe, ja, wenn der Mond weit von der Erde entfernt ist, bis in das Feuerrothe und Glühende übergehend. Während ich, vor einem halben Jahrhunderte (29. März 1801), vor Anker an der Insel Baru unfern Cartagena de Indias lag und eine Total-Finsterniß beobachtete, war es mir überaus auffallend, wie viel leuchtender die rothe Mondscheibe unter dem Tropenhimmel erscheint als in meinem nördlichen Vaterlande *). Das ganze Phänomen ist bekanntlich eine Folge der Strahlenbrechung; da, wie Kepler sich sehr richtig ausdrückt (Paralip., Astron. pars optica p. 893), die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre der Erde insectiv†) und in den Schattenkegel geworfen werden. Die geröthete oder glühende Scheibe ist übrigens nie gleichförmig farbig. Einige Stellen zeigen sich immer dunkler und dabei fortschreitend farbeändernd. Die Griechen hatten sich eine eigene, wunderfame Theorie gebildet über die verschiedenen Farben, welche der verfinsterte Mond zeigen soll, je nachdem die Finsterniß zu anderen Stunden eintritt ‡).

In dem langen Streite über die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit einer atmosphärischen Umhüllung des Mondes haben genaue Occultations-Beobachtungen erwiesen, daß keine Strahlenbrechung am Mondrande statt hat, und daß sich demnach die Schröterschen Annahmen §) einer Mond-Atmosphäre und Mond=Dämmerung widerlegt finden. „Die Vergleichung der beiden Werthe des Mond-Halbmessers, welche man einerseits aus direkter Messung, andererseits aus der Dauer des Verweilens vor einem Fixstern während der Bedeckung ableiten kann, lehrt, daß das Licht eines Fixsterns in dem Augenblick, in welchem letzterer den Mondrand berührt, nicht für uns merklich von seiner geradlinigen Bewegung abgelenkt wird. Wäre eine Strahlenbrechung am Rand des Mon-

*) „On conçoit, que la vivacité de la lumière rouge ne dépend pas uniquement de l'état de l'atmosphère, qui réfracte, plus ou moins affaiblis, les rayons solaires, en les inséchant dans le oène d'ombre, mais qu'elle est modifiée surtout par la transparence variable de la partie de l'atmosphère à travers laquelle nous apercevons la lune éclipée. Sous les Tropiques, une grande sérénité du ciel, une dissémination uniforme des vapeurs diminuent l'extinction de la lumière que le disque lunaire nous renvoie.“ Sumboldt, Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 544 und Recueil d'Observ. astronomiques Vol. II. p. 145. Arago bemerkt: „Les rayons solaires arrivent à notre satellite par l'effet d'une réfraction et à la suite d'une absorption dans les couches les plus basses de l'atmosphère terrestre; pourraient-ils avoir une autre teinte que le rouge?“ (Annuaire pour 1842 p. 528.)

†) Babinet erklärt die Nothung für eine Folge der Diffraction in einer Noth über den verschiedenen Antheil des weißen, blauen und rothen Lichtes, welches sich bei der Inflexion erzeugt; s. dessen Betrachtungen über die Totalfinsterniß des Mondes vom 19. März 1848 in *Wignons Répertoire d'Optique moderne* 1850 T. IV. p. 1656. „La lumière diffractée qui pénètre dans l'ombre de la terre, prédomine toujours et même a été seule sensible. Elle est d'autant plus rouge ou orangée qu'elle se trouve plus près du centre de l'ombre géométrique; car ce sont les rayons les moins réfrangibles qui se propagent le plus abondamment par diffraction, à mesure qu'on s'é-

loigne de la propagation en ligne droite.“ Die Phänomene der Diffraction finden, nach den scharfsinnigen Untersuchungen von *Magnus* (bei Gelegenheit einer Discussion zwischen *Mir* und *Faraday*), auch im luftleeren Raume statt. Vergl. über die Erklärungen durch Diffraction im Allgemeinen *Arago* im *Annuaire pour* 1846 p. 452–455.

‡) *Plutarch* (de facie in orbe Lunae), *Moral.* ed. *Wytttenb.* T. IV. p. 80–783: „Die feurige, kohlenartige glimmende (ἀσπασσίδης) Farbe des verfinsterten Mondes (um die Mitternachtsstunde) ist, wie die Mathematiker behaupten, schon des Wechsels wegen von Schwarz in Roth und Blaulich, keinesweges als eine der irdischen Oberflächen des Planeten feineschumige Beschaffenheit zu betrachten. Auch *Dio Cassius* (LX, 26; ed. *Sturz* T. III. p. 779), der sich ausführlich mit den Mondfinsternissen überhaupt, und mit merkwürdigen Eviden des Kaisers *Claudius*, welche die Dimension des verfinsterten Theiles vorher verkündigten, viel beschäftigt, macht auf die so verschiedene Färbung des Mondes während der Conjunction aufmerksam. „Groß“, sagt er (LXV, 11; T. IV. p. 185, *Sturz*), „ward die Verwirrung im Lager des *Vitellius* bei der in derselben Nacht eintretenden Finsterniß. Doch nicht sowohl die Finsterniß an sich, obgleich sie bei man gelender Weiteerube Unglück bedeutend erscheinen kann, als vielmehr der Umstand, daß der Mond in blutrother, schwarzer und anderen traurigen Farben spielte, erfüllte die Seele mit banger Besorgniß.“

§) *Schröter*, selenotopographische Fragmente Th. I. 1791 S. 668, Th. II. 1802 S. 52.

des vorhanden, so müßte die zweite Bestimmung den Halbmesser um das Doppelte derselben kleiner ergeben als die erste, wogegen aber bei mehrfachen Versuchen beide Bestimmungen so nahe übereinkommen, daß man keinen entscheidenden Unterschied je hat auffinden können *).“ Der Eintritt von Sternen, welcher sich besonders scharf am dunklen Rande beobachten läßt, erfolgt plötzlich und ohne allmähliche Verminderung des Sternglanzes; eben so der Austritt oder das Wiedererscheinen. Bei den wenigen Ausnahmen, die angegeben werden, mag die Ursach in zufälligen Veränderungen unserer Atmosphäre gelegen haben.

Fehlt nun dem Erdmonde jede gasförmige Umhüllung, so steigen dort bei Mangel alles diffusen Lichtes die Gestirne an einem fast schwarzen Tagh im mel empor †); keine Luftwelle kann dort tragen den Schall, den Gesang und die Rede. Es ist der Mond für unsere Phantasie, die so gern anmaßend in das nicht zu Ergründende überschweift, eine lautlose Einöde.

Das bei Sternbedeckungen bisweilen bemerkte Phänomen des Verweilens (Kleben s) des eintretenden Sternes an und in dem Rande des Mondes ‡) kann wohl nicht als Folge der Irradiation betrachtet werden, welche bei der schmalen Mondscheibe, wegen einer so verschiedenen Intensität des Lichtes im aschfarbenen und in dem von der Sonne unmittelbar erleuchteten Theile, diesen allerdings als jenen umfassend dem Auge erscheinen läßt. Arago hat bei einer totalen Mondfinsterniß einen Stern an der wenig leuchtenden rothen Mondscheibe während der Conjunction deutlichst kleben sehen. Ob überhaupt die hier berührte Erscheinung in der Empfindung und in physiologischen Ursachen ||), oder in der Aberration der Refrangibilität und Sphäricität des Auges ¶) gegründet sei, ist ein Gegenstand der Discussion zwischen Arago und Plateau geblieben. Die Fälle, in denen behauptet wird, daß man ein Verschwinden und Wiedererscheinen, und dann ein abermaliges Verschwinden bei einer Decultation gesehen habe, mögen wohl den Eintritt an einem zufällig durch Bergabfälle und tiefe Klüfte verunstalteten Mondrand bezeichnen.

Die großen Unterschiede des Licht-Refleres in den einzelnen Regionen der erleuchteten Mondscheibe, und besonders der Mangel scharfer Abgrenzung in den Mondphasen an den inneren Rande gegen den aschfarbenen Theil hin, erzeugten in der frühesten Zeit schon einige verständige Ansichten über die Unebenheiten der Oberfläche unseres Satelliten. Plutarch in der kleinen, aber sehr merkwürdigen Schrift vom Gesicht im Monde sagt ausdrücklich: daß man in den Flecken theils tiefe Klüfte und Thäler, theils Berggipfel ahnden könne, „welche lange Schatten wie der Athos werfen, der mit dem seinigen Lemnos erreicht **).“ Die Flecken bedecken ohngefähr $\frac{2}{5}$ der ganzen Scheibe. Mit bloßen Augen

*) Bessel über eine angenommene Atmosphäre des Mondes, in Schumacher's Astron. Nachr. No. 263 S. 416–420. Vergl. auch Beer und Mädler, der Mond § 83 und 107, S. 133 und 153; wie Arago im Annuaire pour 1846 p. 346–353. Der so oft angeführte, von dem besseren oder schlechteren Erkennen kleiner Oberflächen-Gestaltungen bergenommene Beweis der Wirklichkeit einer Mondluft, und „der in den Thälern umherziehenden Mondnebel“ ist der Unhaltbarkeit von allen, wegen der stets wechselnden Beschaffenheit (Verdunkelung und Erhellung) der oberen Schichten unserer eignen Atmosphäre. Betrachtungen über die Gestalt des einen Mondhorns bei der Sonnenfinsterniß am 5. Sept. 1793 hatten William Herschel auch schon gegen die Annahme einer Mond-Atmosphäre entscheiden lassen (Philos. Transact. Vol. LXXXIV, p. 167).

†) Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 188.

‡) Sir John Herschel (Outlines p. 247) macht aufmerksam auf den Eintritt von solchen Doppelsternen, die wegen zu großer Nähe der Individuen, aus denen sie bestehen, nicht im Fernrohr getrennt werden können.

||) Plateau sur l'Irradiation, in den Mém. de

l'Acad. royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles T. XI. p. 142, und Ergänzungsband zu Poggenborff's Annalen 1842 S. 79–128, 193–232 und 465–443. „Die wahrscheinliche Ursach der Irradiation ist ein durch das Licht erregter Reiz, welcher sich auf der Netzhaut ein wenig über den Umriß des Bildes fortpflanzt.“

¶) Arago in den Comptes rendus T. VIII. 1839 p. 718 und 883. „Les phénomènes d'irradiation signalés par Mr. Plateau sont regardés par Mr. Arago comme les effets des aberrations de réfrangibilité et de sphéricité de l'oeil, combinées avec l'indistinction de la vision, conséquence des circonstances dans lesquelles les observateurs se sont placés. Des mesures exactes prises sur les disques noirs à fond blanc et des disques blancs à fond noir, qui étaient placés au Palais du Luxembourg, visibles à l'Observatoire, n'ont pas indiqué les effets de l'irradiation.“

**) Plut. Moral. ed. Wytenb. T. IV. p. 786–789. Der Schatten des Athos, welchen auch der Reisende Pierre Belon gesehen (Observations de singularités trouvées en Grèce, Asie etc. 1554, livre I chap. 25), traf die ehrene Ruh auf dem Marktplatz der Stadt Myrine auf Lemnos.

sind unter günstigen Verhältnissen in der Stellung des Mondes bei der Helderkeit unserer Atmosphäre erkennbar: der Rücken des Hochlandes der Apenninen, die dunkle Wallebene Grimaldi, das abgeschlossene Mare Crisium, der von vielen Bergrücken und Kratern umdrängte Tycho *). Nicht ohne Wahrscheinlichkeit ist behauptet worden, daß es besonders der Anblick der Apenninen-Kette gewesen sei, welcher die Griechen veranlaßt habe die Mondflecken für Berge zu halten und dabei, wie eben bemerkt, des Schattens des Athos zu gedenken, welcher in den Solstitien die eberne Ruh auf Lemnos erreichte. Eine andere, sehr phantastische Meinung über die Mondflecken war die, von Plutarch bestrittene, des Agesianar, nach welcher die Mondscheibe, gleich einem Spiegel, die Gestalt und Umrisse unserer Continente und des äußeren (atlantischen) Meeres uns catoptrisch wiedergeben solle. Eine ganz ähnliche Meinung scheint in Vorder-Asien sich als Volksglaube noch erhalten zu haben †).

Durch die sorgfältige Anwendung großer Fernröhre ist es allmählig gelungen eine auf wirkliche Beobachtungen gegründete Topographie des Mondes zu entwerfen; und da in der Opposition die halbe Seite des Erd-Satelliten sich ganz und auf einmal unseren Forschungen darstellt, so wissen wir von dem allgemeinen und bloß figürlichen Zusammenhange der Berggruppen im Monde mehr als von der Topographie einer ganzen, das Innere von Afrika und Asien enthaltenden Erdhälfte. Der Regel nach sind die dunkleren Theile der Scheibe die flacheren und niederen; die hellen, viel Sonnenlicht reflectirenden Theile die höheren und gebirgigen. Kepler's alte Bezeichnung beider als Meer und Land ist aber längst aufgegeben; und es wurde schon von Hevel, trotz der ähnlichen durch ihn verbreiteten Nomenclatur, die Richtigkeit der Deutung und des Gegensatzes bezweifelt. Als mit der Anwesenheit von Wasserflächen streitend wird hauptsächlich der Umstand angeführt, daß in den sogenannten Meeren des Mondes die kleinsten Theile sich bei genauer Untersuchung und sehr verschiedener Beleuchtung als völlig uneben, als polyedrisch und eben deshalb viel polarisirtes Licht gebend erweisen. Arago hat gegen die Gründe welche von den Unebenheiten hergenommen sind, erinnert: daß einige dieser Flächen trotz der Unebenheiten doch einem mit Wasser bedeckten, nicht allzu tiefen Meeresbodey zugehören könnten, da auf unserem Planeten der unebene, klippenvolle Boden des Oceans, von einer großen Höhe herab gesehen, (wegen des Ubergewichts des aus der Tiefe aufsteigenden Lichtes über die Intensität desjenigen, welches die Oberfläche des Meeres zurückstrahlt) deutlich gesehen werde (Annuaire du Bureau des Longit. pour 1836 p. 339 bis 343). In den bald erscheinenden Versen meines Freundes, seiner Astronomie und Pho-

*) Zeugnisse für die Sichtbarkeit dieser vier Gegenstände s. in Beer und Mädler, der Mond S. 241, 338, 191 und 290. Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß alles, was die Topographie der Mondfläche betrifft, aus dem vortrefflichen Werke meiner beiden Freunde entlehnt ist: von denen der zweite, Wilhelm Beer, uns nur zu früh entzissen wurde. Zur leichteren Orientirung ist das schöne Uebersichtsblatt zu empfehlen, welches Mädler 1837, also 3 Jahre nach der großen, aus 4 Blättern bestehenden Mondkarte, herausgegeben hat.

†) Plut. de facie in orbe Lunae p. 726-729 Wittenb. Diese Stelle ist zugleich nicht ohne Interesse für die alte Geographie; s. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 145. Ueber andere Meinungen der Alten s. Anaxagoras und Democritus in Plut. de plac. Philos. II, 25; Parmenides im Stob. p. 419, 453, 516 und 563 ed. Heeren; Schneider, Eclogae physicae Vol. I. p. 433-443. (Nach einer sehr merkwürdigen Stelle des Plutarch in dem Leben des Nicias cap. 42 hat Anaxagoras selbst, der „den bergreichen Mond eine andere Erde“ nennt, eine Zeichnung der Mondscheibe entworfen; vergl. auch Ori-

gines, Philosophumena cap. 8. ed. Müllori 1851 p. 14.) — Ich war einst sehr verwundert, einen sehr gebildeten Perser aus Isfahan, welcher gewiß nie ein griechisches Buch gelesen hatte, als ich ihm in Paris die Mondflecken in einem großen Fernrohr zeigte, die im Text erwähnte Hypothese des Agesianar von der Spiegelung als eine in seinem Vaterlande viel verbreitete anführen zu hören. „Was wir dort im Monde sehen“, sagte der Perser, „sind wir selbst; es ist die Karte unserer Erde.“ Einer der Interlocutoren des Plutarchischen Mond-Gesprächs würde sich nicht anders ausgedrückt haben. — Wenn auf dem luft- und wasserleeren Monde Menschen als Bewohner gedacht werden könnten, so würde sich ihnen an dem fast schwarzen Tageshimmel in 14mal größerer Fläche, als die ist, welche uns der Vollmond zuwendet, die rotirende Erde mit ihren Flecken gleich einer Weltkarte, und zwar immer an derselben Stelle darbieten. Die stets wechselnden Verdeckungen und Erhebungen unserer Atmosphäre würden aber dem geographischen Studium etwas hinderlich sein und die Umrisse der Continente verwischen. Vergl. Mädler's Astr. S. 169 und John Herschel, Outlines § 436.

tometrie, wird die wahrscheinliche Abwesenheit des Wassers auf unserem Satelliten aus anderen, hier nicht zu entwickelnden, optischen Gründen hergeleitet werden. Von den niederen Ebenen finden sich die größeren Flächen in dem nördlichen und östlichen Theile. Die meiste Ausdehnung (90000 geogr. Quadratmeilen) hat unter ihnen der, nicht scharf begrenzte Oceanus Procellarum. Mit dem Mare Imbrium (16000 Quadratmeilen), dem Mare Nubium und einigermaßen mit dem Mare Humorum in Verbindung stehend und inselförmige Berglandschaften (die Riphäen, Kepler, Copernicus und die Karpatischen) umgebend: bildet dieser östliche, dunklere Theil der Mondscheibe den entschiedensten Gegensatz zu der lichtstrahlenderen südwestlichen Gegend, in welcher Berge an Berge gedrängt sind*). In der nordwestlichen Region zeigen sich zwei mehr geschlossene und isolirte Becken, das Mare Crisium (3000 Quadr. Meilen) und das Mare Tranquillitatis (5800 Q. M.).

Die Farbe dieser sogenannten Meere ist nicht bei allen die graue. Das Mare Crisium hat ein Grau mit Dunkelgrün vermischt, das Mare Serenitatis und Mare Humorum sind ebenfalls grün. Nahe bei dem hercynischen Gebirge zeigt dagegen die isolirte Umwallung Lichtenberg eine blaßröthliche Farbe, eben so Palus Somnii. Ringsflächen ohne Centralberge haben meist eine dunkel stahlgraue, ins Bläuliche spielende Farbe. Die Ursachen dieser so verschiedenen Farbentöne des felsigen Erdreichs oder anderer loöderer Stoffe, die es bedecken, sind überaus räthselhaft. So wie nördlich vom Alpengebirge eine große Wallebene, Plato (bei Hevel Lacus niger major genannt), und noch mehr Grimaldi in der Aequatorial-Gegend und Endymion am nordwestlichen Rande, die drei dunkelsten Stellen der ganzen Mondscheibe sind; so ist Aristarch mit seinen in der Nachtseite bisweilen fast sternartig leuchtenden Punkten die hellste und glänzendste derselben. Alle diese Abwechselungen von Schatten und Licht afficiren eine iodirte Platte, und werden in Daguerreotypen unter starker Vergrößerung mit wunderbarer Treue dargestellt. Ich besitze selbst ein solches Mond-Lichtbild von zwei Zoll Durchmesser, in welchem man die sogenannten Meere und Ringgebirge deutlich erkennt; es ist von einem ausgezeichneten Künstler, Herrn Whipple zu Boston, angefertigt.

Wenn nun schon in einigen der Meere (Crisium, Serenitatis und Humorum) die Kreisform auffallend ist; so wiederholt sich dieselbe noch mehr, ja fast allgemein, in dem gebirgigen Theile der Mondscheibe: besonders in der Gestaltung der ungeheuren Gebirgsmassen, welche die südliche Halbkugel (vom Pole bis gegen den Aequator hin, wo die Masse in eine Spitze ausläuft) erfüllen. Viele der ringförmigen Erhebungen und Wallebenen (die größten haben nach Lohrmann über tausend Quadratmeilen) bilden zusammenhängende Reihen, und zwar in der Meridian-Richtung, zwischen 5° und 40° südlicher Breite†). Die nördliche Polargegend enthält vergleichungsweise nur in sehr geringem Maße diese zusammengebrängten Bergringe. Sie bilden dagegen in dem westlichen Rande der nördlichen Halbkugel zwischen 20 und 50 Grad nördlicher Breite eine zusammenhängende Guppe. Dem Nordpol selbst nahest bis auf wenige Grade das Mare Frigoris; und es bietet derselbe dadurch, wie der ganze ebene nordöstliche Raum, bloß einige isolirte ringförmige Berge (Plato, Mairan, Aristarch, Copernicus und Kepler) umschließend, einen großen Contrast mit dem ganz gebirgigen Südpol. An diesem glänzen hohe Gipfel, im eigentlichsten Sinne des Wortes, ganze Lunationen hindurch in ewigem Lichte; es sind wahre Lichtinseln, die schon bei schwacher Vergrößerung erkannt werden ‡).

Als Ausnahmen von diesem, auf dem Monde so allgemein herrschenden Typus kreis- und ringförmiger Gestaltung treten wirkliche Gebirgsketten fast in der Mitte der nörd-

*) Beer und Mädler S. 273.

†) Schumacher's Jahrb. für 1841 S. 270.

‡) Mädler, Astr. S. 166.

lichen Mondhälfte (Apenninen, Kaukasus und Alpen) auf. Sie ziehen sich von Süden gegen Norden, in einen flachen Bogen etwas westlich gekrümmt, durch fast 32 Breitengrade. Zahllose Bergrücken und zum Theil überaus spitze Gipfel drängen sich hier zusammen. Wenige Ringgebirge oder kraterartige Vertiefungen (Conon, Hadley, Callipus) sind eingemengt, und das Ganze gleicht mehr der Gestalt unserer Bergketten auf der Erde. Die Mond-Alpen, welche an Höhe dem Kaukasus und den Apenninen des Mondes nachstehen, bieten ein wunderbar breites Quertal, das die Kette von SW gegen NW durchschneidet, dar. Es ist von Gipfeln umgeben, welche die Höhe des Pico von Teneriffa übertreffen.

Die relative Höhe der Erhebungen im Verhältniß zu den Durchmessern des Mondes und der Erde giebt das merkwürdige Resultat: daß, da bei dem 4mal kleineren Satelliten die höchsten Gipfel nur 600 Toisen niedriger als die der Erde sind, die Mondberge $\frac{1}{4}$, die Berge auf der Erde aber $\frac{1}{481}$ des planetarischen Durchmessers betragen*). Unter den 1095 bereits gemessenen Höhenpunkten auf dem Monde finde ich 39 höher als den Montblanc (2462 Toisen) und 6 höher als 18000 Pariser Fuß. Die Messungen geschehen entweder durch Licht-Tangenten (durch Bestimmung des Abstandes der in der Nachtseite des Mondes als Lichtpunkte erleuchteten Berggipfel von der Lichtgrenze), oder durch Länge der Schatten. Der ersten Methode bediente sich schon Galilei, wie aus seinem Briefe an den Vater Orienberger über die Montuosità della Luna erhellt.

Nach Mädler's sorgfältigen Bergmessungen mittelst der Länge der Schatten sind die Culminationspunkte des Mondes in absteigender Folge am Südrande, dem Pole sehr nahe, Dörfel und Leibniz, 3800 Toisen; das Ringgebirge Newton, wo ein Theil der tiefen Aushöhlung nie, weder von der Sonne noch von der Erdscheibe, beschienen wird, 3727 Toisen; Casatus östlich von Newton 3569 L.; Callippus in der Kaukasus-Kette 3190 L.; die Apenninen zwischen 2800 und 3000 L. Es muß hier bemerkt werden, daß bei dem gänzlichen Mangel einer allgemeinen Niveau-Linie (der Ebene gleichen Abstandes von dem Centrum eines Weltkörpers, wie uns auf unserem Planeten die Meeresfläche darbietet) die absoluten Höhen nicht streng unter einander zu vergleichen sind, da die hier gegebenen 6 numerischen Resultate eigentlich nur Unterschiede der Gipfel von den nächsten sie umgebenden Ebenen oder Tiefpunkten ausdrücken†). Auffallend ist es immer, daß Galilei die höchsten Mondgebirge ebenfalls „incirca miglia quattro,“ also ohngefähr 1 geogr. Meile (3800 L.), schätzte und sie nach dem Maas seiner hypsometrischen Kenntnisse für höher hielt als alle Berge der Erde.

Eine überaus merkwürdige und räthselhafte Erscheinung, welche die Oberfläche unseres Satelliten darbietet, und welche nur optisch einen Licht-Reflex, nicht hypsometrisch eine Höhenverschiedenheit betrifft, sind die schmalen Lichtstreifen, die in schräger Beleuchtung verschwinden, im Vollmonde aber, ganz im Gegensatz mit den Mondflecken, als Strahlen-Systeme am sichtbarsten werden. Sie sind nicht Bergadern, werfen keinen Schatten, und laufen in gleicher Intensität des Lichtes aus den Ebenen bis zu Höhen von mehr als zwölftausend Fuß. Das ausgedehnteste dieser Strahlen-Systeme geht von Tycho aus, wo man mehr als hundert, meistens einige Meilen breite, Lichtstreifen unterscheiden kann. Ähnliche Systeme, welche den Aristarch, Kepler, Copernicus und die Karpatheen umgeben, stehen fast alle in Zusammenhang unter einander. Es ist schwer, durch Analogien und Induction geleitet, zu ahnden, welche specielle Veränderung des

*) Höchster Gipfel des Himalaya und (bisher!) der ganzen Erde, Kinchin-junga, nach Bougib's neuerer Messung 4406 Toisen oder 28178 englische Fuß (1,16 einer geogr. Meile); höchster Gipfel der Mondberge nach Mädler 3800 Toisen (genau eine geogr. Meile); Durchmesser des Mondes 464, der der Erde 1718 geogr.

Meilen: woraus folgt für den Mond $\frac{1}{481}$, für die Erde $\frac{1}{1481}$.

†) S. für die 6 Höhen, welche 3000 Toisen übersteigen, Beer und Mädler S. 99, 125, 234, 242, 330 und 331.

Bodens diese leuchtenden, von gewissen Ringgebirgen ausgehenden, bandartigen, lichtvollen Strahlen veranlaßt.

Der mehr erwähnte, auf der Mondscheibe fast überall herrschende Typus kreisförmiger Gestaltung (in den Wallebenen, die oft Centralberge umschließen; in den großen Ringgebirgen und ihren Kratern, deren in Bayer 22, in Albategnius 33 an einander gedrängt gezählt werden) mußte einen tiefen Denker wie Robert Hooke früh schon veranlassen eine solche Form der Reaction des Inneren des Mondkörpers gegen das Aeußere, „der Wirkung unterirdischer Feuer und elastischer, durchbrechender Dämpfe, ja einer Ebullition in aufbrechenden Blasen“ zuzuschreiben. Versuche mit verdickten siedenden Kalk-Auflösungen schienen ihm seine Ansicht zu bestätigen; und die Ummwallungen mit ihren Centralbergen wurden damals schon mit „den Formen des Meina, des Pico von Teneriffa, des Hekla und der von Vage beschriebenen Vulkane von Mexico“ verglichen *).

Den Galilei hatte, wie er selbst erzählt, eine ringförmige Wallebene des Mondes, wahrscheinlich ihrer Größe wegen, an die Gestaltung ganzer mit Bergen umgebener Länder erinnert. Ich habe eine Stelle aufgefunden †), in der er jene ringförmigen Wallebenen des Mondes mit dem großen geschlossenen Becken von Böhmen vergleicht. Mehrere der Wallebenen sind in der That nicht viel kleiner; denn sie haben einen Durchmesser von 25 bis 30 geogr. Meilen ‡). Dagegen überschreiten die eigentlichen Ringgebirge im Durchmesser kaum 2 bis 3 Meilen. Conon in den Apenninen hat deren 2; und ein Krater, welcher zu der leuchtenden Mondlandschaft des Aristarch gehört, soll in der Breite gar nur 300 Toisen Durchmesser darbieten, genau die Hälfte des von mir trigonometrisch gemessenen Kraters von Rucu-Pichincha im Hochlande von Quito.

Indem wir hier bei Vergleichen mit uns wohlbekannten irdischen Naturerscheinungen und Größenverhältnissen verweilen, ist es nöthig zu bemerken, daß der größere Theil der Wallebenen und Ringgebirge des Mondes zunächst als Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptionen-Erscheinungen im Sinne der Annahme von Leopold von Buch zu betrachten sind. Was wir nach europäischem Maasstabe groß auf der Erde nennen: die Erhebungs-Krater von Rocca Monfina, Palma, Teneriffa und Santorin; verschwindet freilich gegen Ptolemäus, Hipparch und viele andere des Mondes. Palma giebt nur 3800, Santorin nach Cap. Graves neuer Messung 5200, Teneriffa höchstens 7600 Toisen Durchmesser: also nur $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ der zwei eben genannten Erhebungs-Krater des Mondes. Die kleinen Krater des Pico von Teneriffa und Vesuvius (dreihundert Fuß im Durchmesser) würden kaum durch Fernröhre gesehen werden können. Die bei weitem größere Zahl der Ringgebirge hat keinen Centralberg; und wo er sich findet, wird er als domförmig oder flach (Hewelius, Macrobis), nicht als Eruptions-Regel mit Doffnung, beschrieben ||). Der brennenden Vulkane, die man in der Nachtsseite des Mondes gesehen haben will (4. Mai 1783); der Lichter-

*) Robert Hooke, Micrographia 1667 Obs. LX p. 242-246. „These seem to me to have been the effects of some motions within the body of the Moon, analogous to our Earthquakes, by the eruption of which, as it has thrown up a brim or ridge round about, higher than the ambient surface of the Moon, so has it left a hole or depression in the middle, proportionably lower.“ Hooke sagt von seinem Versuche mit boiling alabaster: daß „presently ceasing to boil, the whole surface will appear all over covered with small pits, exactly shap'd like these of the Moon. — The earthy part of the Moon has been undermin'd or heav'd up by eruptions of vapours, and thrown into the same kind of figured holes as the powder of Alabaster. It is not improbable also, that there may be generated, within the

body of the Moon divers such kind of internal fires and heats, as may produce exhalations.“

†) Kosmos Buch II. S. 352 Anm. *).

‡) Beer und Mädler S. 126. Ptolemäus hat 24, Alphons und Hipparch haben 19 Meilen Durchmesser.

||) Eine Ausnahme sollen machen Arzachel und Herschel: der erste mit einem Krater im Gipfel, der zweite mit einem Seitenkrater. Diese geognostisch wichtigsten Punkte verdienen neue Untersuchung mit vollkommeneren Instrumenten. (Schröter, selenotopographische Fragmente Th. II. tab. 44 und 68 fig. 23). Von Lavaströmen, die sich in tiefen Punkten anhäufen, ist bisher nie etwas erkannt worden. Die Strahlen, welche vom Aristoteles nach 3 Richtungen ausgehen, sind Hügelketten (Beer und Mädler S. 236).

scheinungen im Plato, welche Bianchini (16. Aug. 1725) und Shert (22. April 1751) beobachteten: erwähnen wir hier nur in historischem Interesse, da die Quellen der Täufung längst ergründet sind, und in dem lebhafteren Reflex des Erdenlichts liegen, welches gewisse Theile der Oberfläche unseres Planeten auf die aschfarbene Nachtseite des Mondes werfen*).

Man hat schon mehrmals und so gewiß mit Recht darauf aufmerksam gemacht, daß bei dem Mangel von Wasser auf dem Monde (auch die Rillen, sehr schmale, meist geradlinige Vertiefungen †), sind keine Flüsse) wir uns die Oberfläche desselben ohngefähr so beschaffen vorstellen müssen, wie es die Erde in ihrem primitiven, ältesten Zustande gewesen ist: als dieselbe noch unbedeckt war von muschelreichen Flözschichten, wie von Gerölle und Schuttland, das durch die fortschaffende Kraft der Ebbe und Fluth oder der Strömungen verbreitet worden ist. Sonnen- und Erdsuthen fehlen natürlich da, wo das flüssige Element mangelt; kaum schwache Ueberdeckungen von zerstörten Reibungs-Conglomeraten sind denkbar. In unseren, auf Spaltöffnungen gehobenen Bergketten fängt man allmählig auch an, partielle Gruppierungen von Höhen, gleichsam eiförmige Becken bildend, hier und da zu erkennen. Wie ganz anders würde uns die Erdoberfläche erscheinen, wenn dieselbe von den Flöz- und Tertiär-Formationen wie von dem Schuttlande entblößt wäre!

Der Mond belebt und verherrlicht, mehr als alle andere Planeten, durch Verschiedenheit seiner Phasen und durch den schnelleren Wechsel seiner relativen Stellung am Sternenhimmel, unter jeglicher Zone den Anblick des Firmaments; er leuchtet erfreuend dem Menschen und (vornehmlich in den Urwäldern der Tropenwelt) den Thieren des Waldes ‡). Der Mond, durch die Anziehungskraft, die er gemeinschaftlich mit der Sonne ausübt, bewegt unsere Océane, das Flüssige auf der Erde; verändert allmählig durch periodische Anschwellung der Oberfläche und die zerstörenden Wirkungen der Fluth den Umriss der

*) A. a. D. S. 151; Arago im *Annuaire pour* 1842 p. 526. (Vergl. auch Immanuel Kant, *Schriften der physischen Geographie* 1839 S. 393–402.) Einer ähnlichen Täufung wie die vermeintlichen, unsichtbaren vulkanischen Ausbrüche im Monde gebören an, nach neueren gründlicheren Untersuchungen, die beobachteten temporären Veränderungen auf der Oberfläche des Mondes (Entstehung neuer Centralberge und Krater im Mare Crisium, in Hevelius und Cleomedes). S. Schröter, *selenotopogr. Fragm.* Th. I, S. 412–523, Th. II. S. 268 bis 272. — Die Frage: welches die kleinsten Gegenstände seien, deren Höhe oder Ausdehnung bei dem jetzigen Zustande der angewandten Instrumente noch gemessen werden können? ist im allgemeinen schwer zu beantworten. Nach dem Berichte des Dr. Robinson über das herrliche Spiegeltelescop von Lord Rosse erkennt man darin mit großer Klarheit Ausdehnungen von 220 Fuß (80 bis 90 yards.) Mädler rechnet, daß in seinen Beobachtungen noch Schatten von 3 Sekunden meßbar waren: was, unter gewissen Voraussetzungen über die Lage eines Berges und die Höhe des Sonnenstandes, einer Berghöhe von 120 Fuß zugebören würde. Er macht aber zugleich darauf aufmerksam, daß der Schatten eine gehörige Breite haben müsse, um sichtbar und meßbar zu sein. Der Schatten der großen Pyramide des Cheops würde, nach den bekannten Dimensionen (Flächen-Ausdehnungen) dieses Monuments, selbst im Anfangspunkte kaum $\frac{1}{10}$ Secunde breit und also unsichtbar sein. (Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 264.) Arago erinnert, daß mit einer Vergrößerung von 6000mal, die obnedies nicht mit verhältnismäßigem Erfolge auf den Mond anzuwenden wäre, die Mondberge uns ohngefähr eben so erscheinen würden als mit bloßem Auge der Montblanc vom Genfer See aus.

†) Die Rillen sind nicht häufig, höchstens 30 Mei-

len lang; bisweilen gegabelt (Gassenbä, selten aberartig (Triesneder); immer leuchtend; nicht quer über Gebirge hinlaufend, nur den ebneren Landchaften eigen; an den Endpunkten durch nichts ausgezeichnet, ohne breiter oder schmaler zu werden. Beer und Mädler S. 131, 225 und 249.

‡) S. meinen Aufsatz über das nächtliche Thierleben im Urwalde in den *Ansichten der Natur* (3te Ausg.) Bd. I. S. 334. — Laplace's Betrachtungen (ich möchte sie nicht Vorschläge nennen) zu einem perpetuirlchen Mondschine (*Exposition du Système du Monde* 1824 p. 232) haben in dem *Mém. von Lioville* sur un cas particulier du problème des trois corps eine Ueberlegung gefunden. „Quelques partisans des causes finales," sagt Laplace, „ont imaginé que la lune a été donnée à la terre pour l'éclairer pendant les nuits; dans ce cas, la nature n'aurait point atteint le but qu'elle se serait proposé, puisque nous sommes souvent privés à la fois de la lumière du soleil et de celle de la lune. Pour y parvenir, il eût suffi de mettre à l'origine la lune en opposition avec le soleil dans le plan même de l'écliptique, à une distance égale à la centième partie de la distance de la terre au soleil, et de donner à la lune et à la terre des vitesses parallèles et proportionnelles à leurs distances à cet astre. Alors la lune, sans cesse en opposition au soleil, eût décrit autour de lui une ellipse semblable à celle de la terre; ces deux astres se seraient succédé l'un à l'autre sur l'horizon; et comme à cette distance la lune n'eût point été éclairée, sa lumière aurait certainement remplacé celle du soleil." Lioville findet dagegen: „que, si la lune avait occupé à l'origine la position particulière que l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* lui assigne, elle n'aurait pu s'y maintenir que pendant un tems très court."

Küsten; hindert oder begünstigt die Arbeit des Menschen; liefert den größten Theil des Materials, aus dem sich Sandsteine und Conglomerate bilden, welche dann wiederum von den abgerundeten, losen Geschieben des Schuttlandes bedeckt sind*). So fährt der Mond, als eine der Quellen der Bewegung, fort auf die geognostischen Verhältnisse unseres Planeten zu wirken. Der unbestreitbare†) Einfluß des Satelliten auf Luftdruck, wässrige Niederschläge und Wolkenzerstreuung wird in dem letzten, rein tellurischen Theile des Kosmos behandelt werden.

Mars.

Durchmesser des Planeten nur 0,519 Theile des Erd-Durchmessers (trotz seines schon beträchtlicheren Abstandes von der Sonne) oder 892 geogr. Meilen. Excentricität der Bahnen 0,0932168: unter den alten Planeten nächst dem Merkur die stärkste, und auch deshalb, wie durch Nähe zur Erde die geeignetste zu Kepler's großer Entdeckung der planetarischen elliptischen Bahnen. Rotation‡) nach Mädler und Wilhelm Beer 24st 37' 23". Siderische Umlaufszeit um die Sonne 1 Jahr 321 Tage 17st 30' 41". Die Neigung der Marsbahn gegen den Erd-Aequator ist 24° 44' 24", die Masse ²⁶⁸¹³³⁷ die Dichtigkeit in Vergleich mit der der Erde 0,958. Wie die große Annäherung des Endischen Cometen dazu benutzt worden ist die Masse des Merkur zu ergründen, so wird auch die Masse des Mars einst durch die Störungen berichtigt werden, welche der Comet von de Bico durch ihn erleiden kann.

Die Abplattung des Mars, die (sonderbar genug) der große Königsberger Astronom dauernd bezweifelte, ist zuerst von William Herschel (1784) anerkannt worden. Ueber die Quantität dieser Abplattung aber hat lange Ungewißheit geherrscht. Sie wurde angegeben von William Herschel zu $\frac{1}{16}$; nach Arago's genauerer Messung||) mit einem prismatischen Fernrohr von Rochon nur: zuerst (vor 1824) im Verhältniß von 189 : 194, d. i. $\frac{1}{35,5}$; in späterer Messung (1847) zu $\frac{1}{2}$; doch ist Arago geneigt, die Abplattung noch für etwas größer zu halten.*

Wenn das Studium der Mond-Oberfläche an viele geognostische Verhältnisse der Oberfläche unseres Planeten erinnert, so sind dagegen die Analogien, welche Mars mit der Erde darbietet, ganz meteorologischer Art. Außer den dunklen Flecken, von denen

*) On the transporting power of Tides f. Sir Henry de la Beche, Geological Manual 1833 p. 111.

†) Arago sur la question de savoir, si la lune exerce sur notre atmosphère une influence appréciable, im Annuaire pour 1833 p. 157–206. Die Hauptgewährsmänner sind: Scheibler (Untersuch. über Einfluß des Mondes auf die Veränderungen in unserer Atmosphäre 1830 S. 20), Glaugergues (zwanzigjährige Beobachtungen in Viviers; Bibl. universelle, Sciences et Arts T. XL. 1829 p. 265–283, und in Rastner's Archiv f. die ges. Naturlehre Bb. XVII. 1829 S. 32–50) und Eisenlohr (Wogend. Annalen der Physik Bb. XXXV. 1835 S. 141–160 und 309–329). — Sir John Herschel hält es für sehr wahrscheinlich, daß auf dem Monde eine sehr hohe Temperatur herrsche (weit über dem Siedepunkt des Wassers), da die Oberfläche 14 Tage lang ununterbrochen und ungemildert der Sonnenwirkung ausgesetzt sei. Der Mond müßte daher in der Opposition oder wenige Tage nachher in einem kleinen Maße (in some small degree) eine Wärmequelle für die Erde werden: aber diese Wärme, von einem Körper ausströmend, der weit unter der Temperatur eines brennenden Körpers sei (below the temperature of ignition) könne nicht die Erdoberfläche erreichen, indem sie in den oberen Schichten unseres Luftkreises absorbiert und verbraucht werde, wo sie sichtbares Gewölke in durchsichtigen Dampf verwandelt. Die Erdrückung der schnellen Wolkenzerstreuung durch den Vollmond bei nicht übermäßiger Wolkenbedeckung wird von Sir John Herschel „als eine meteo-

rologische Thatsache“ betrachtet, „die (seht er hinzu) von Humboldt's eigener Erfahrung und dem sehr allgemeinen Glauben spanischer Seefahrer in den amerikanischen Tropenmeeren bekräftigt sei.“ S. Report of the fifteenth meeting of the British Association for the advancement of Sciences 1846, notices p. 5; und Outlines of Astronomy p. 261.

‡) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniß des Sonnensystems 1841 S. 113, aus Beobachtungen von 1830 und 1832; Mädler, Astronomie 1849 S. 206. Die erste und beträchtliche Verbesserung der Rotationszeit, welche Dominique Cassini 24st 40' gefunden, war die Folge mühevoller Beobachtungen von William Herschel (zwischen 1777 und 1781), welche 24st 39' 21", 7 gaben. Kunowsky fand 1821 24st 36' 40", sehr nahe dem Mädler'schen Resultate. Cassini's älteste Beobachtung der Rotation eines Marsflecks (Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694) scheint bald nach dem Jahre 1670 gewesen zu sein; aber in der sehr seltenen Abhandlung: Kern, Diss. de scintillatione stellarum, Wittenb. 1686, § 8, finde ich als die eigentlichen Entdecker der Mars- und Jupiter's Rotationen angeführt: „Salvator Serra und den Vater Vleghius Franciscus de Cottignez, Astronomen des Collegio Romano.“

||) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 36. Schröter's sehr unvollkommene Messungen der Durchmesser der Planeten gaben dem Mars eine Abplattung von nur $\frac{1}{80}$.

einige schwärzlich, andere, aber in sehr geringer Zahl, gelbroth*), und von der grünen lichen Contrast-Farbe sogenannter Seen†) umgeben sind; erscheinen auf der Mars-Scheibe noch, sei es an den Polen, welche die Rotations-Achse bestimmt, sei es nahe dabei an den Kälte-Polen, abwechselnd zwei weiße, schneeglänzende Flecken‡). Es sind dieselben schon 1716 von Philipp Maraldi wahrgenommen; doch ihr Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen auf dem Planeten ist erst von Herschel dem Vater in dem 74sten Bande der Philosophical Transactions, für 1784, beschrieben worden. Die weißen Flecken werden wechselseitig größer oder kleiner, je nachdem ein Pol sich seinem Winter oder seinem Sommer nähert. Arago hat in seinem Polariscope die Intensität des Lichtes dieser Schnee-Zone des Mars gemessen, und dieselbe zweimal größer als die Lichtstärke der übrigen Scheibe gefunden. In den physikalisch-astronomischen Beiträgen von Mädler und Beer sind vortreffliche graphische Darstellungen||) der Nord- und Süd-Halbkugel des Mars enthalten; und diese merkwürdige, im ganzen Planetensystem einzige Erscheinung ist darin nach allen Veränderungen der Jahreszeiten und der kräftigen Wirkung des Polar Sommers auf den wegschmelzenden Schnee durch Messungen ergründet worden. Sorgfältige zehnjährige Beobachtungen haben auch gelehrt, daß die dunklen Marsflecken auf dem Planeten selbst ihre Gestalt und relative Lage constant beibehalten. Die periodische Erzeugung von Schneeflecken, als meteorischen, von Temperatur-Wechsel abhängigen Niederschlägen; und einige optische Phänomene, welche die dunklen Flecken darbieten, sobald sie durch die Rotation des Planeten an den Rand der Scheibe gelangen: machen die Existenz einer Mars-Atmosphäre mehr als wahrscheinlich.

Die Kleinen Planeten.

Unter dem Namen einer mittleren Gruppe, welche gewissermaßen zwischen Mars und Jupiter eine scheidende Zone für die 4 inneren (Merkur, Venus, Erde, Mars) und die 4 äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) unsres Sonnengebietes bildet, haben wir schon in den allgemeinen Betrachtungen¶) über planetarische Körper die Gruppen der Kleinen Planeten (Asteroiden, Planetoiden, Coplaneten, telescopischen oder Ultra-Zodiacal-Planeten) bezeichnet. Es hat dieselbe den abweichendsten Charakter durch ihre in einander verschlungenen, stark geneigten und übermäßig excentrischen Bahnen; durch ihre außerordentliche Kleinheit, da der Durchmesser der Vesta selbst nicht den 4ten Theil des Durchmessers des Merkur zu erreichen scheint. Als der erste Band des Kosmos 1845 erschien, waren nur 4 der Kleinen Planeten: Ceres, Pallas, Juno und Vesta, entdeckt von Piazzi, Olbers und Harding (1. Jan. 1801 bis 29. März 1807), bekannt; jetzt (im Juli 1851) ist die Zahl der Planeten schon auf 14 ange-

*) Beer und Mädler, Beiträge S. 111.

†) Sir John Herschel, Outlines § 510.

‡) Beer und Mädler a. a. O. S. 117–125.

§) Mädler in Schumacher's Astr. Nachr. No. 192.

¶) Kosmos Buch III. S. 549–550. Verall. über Chronologie der Entdeckungen der Kleinen Planeten S. 426 und 460; ihr Größen-Verhältniß zu den Meteor-Asteroiden (Aerolithen) S. 432; über Kepler's Vermuthung der Existenz eines Planeten in der großen planetarischen Kluft zwischen Mars und Jupiter: eine Vermuthung, welche jedoch auf keine Weise die Entdeckung des ersten der Kleinen Planeten (der Ceres) veranlaßt hat, S. 439–444 und Anm. 31–33 S. 483. Der bittere Tadel, welchen man gegen einen hochgeachteten Philosophen ausgesprochen: „weil er zu einer Zeit, in der er Piazzi's Entdeckung allerdings seit 5 Monaten hätte kennen können, sie aber nicht kannte, nicht sowohl die Wahrscheinlichkeit als vielmehr nur die Nothwendigkeit läugnete, daß ein Planet zwischen Mars und Jupiter läge;“ scheint mir wenig gerecht. In seiner im Frühjahr und Sommer 1801 ausgearbeiteten Dis-

sertatio de Orbitis Planetarum behandelt die Ideen der Alten von dem Abstände der Planeten; und indem er die Meinung aufhört, von der Plato im Timäus (pag. 35 Steph.) spricht: 1. 2. 3. 4. 9. 8. 27. ... (vergl. Kosmos Buch III. S. 553 Anm. ||), läugnet er die Nothwendigkeit einer Kluft. Er sagt bloß: „Quae series, si prior naturae ordo sit, quam arithmetica progressio, inter quartum et quintum locum magnum esse spatium, neque ibi planetam desiderari apparet.“ Hegel's Werke Bd. XVI. 1834 S. 23, und Hegel's Leben von Rosenkranz 1844 S. 154.) — Kant in seiner geistreichen Naturgeschichte des Himmels 1755 äußert bloß, daß bei der Bildung der Planeten Jupiter durch seine ungeheure Anziehungskraft an der Kleinheit des Mars Schuld sei. Er erwähnt nur einmal und auf eine sehr unbestimmte Weise „der Glieder des Sonnensystems, die weit von einander abheben und zwischen denen man die Zwischenstelle noch nicht entdeckt hat.“ (Immanuel Kant, „ämmtliche Werke Th. VI. 1839 S. 87, 110 und 196).

wachsen; sie sind der Zahl nach der dritte Theil aller gleichzeitig bekannten 43 planetarischen Körper, d. i. aller Haupt- und Nebenplaneten.

Wenn lange im Sonnengebiete die Aufmerksamkeit der Astronomen auf Vermehrung der Glieder partieller Systeme (der Monde, welche um Hauptplaneten kreisen), und auf die jenseits des Saturn und Uranus in den fernsten Regionen zu entdeckenden Planeten gerichtet war; so bietet jetzt seit dem zufälligen Auffinden der Ceres durch Piazzi und besonders seit dem beabsichtigten Auffinden der Asträa durch Hencke, wie seit der großen Vervollkommenung von Sternkarten*) (die der Berliner Akademie enthalten alle Sterne bis zur 9ten und theilweise bis zur 10ten Größe) ein uns näherer Weltraum das reichste, vielleicht unerschöpfliche Feld für astronomische Arbeitsamkeit dar. Es ist ein besonderes Verdienst des Astronomischen Jahrbuch's, das in meiner Vaterstadt von Ende, dem Director der Berliner Sternwarte, unter Mitwirkung des Dr. Wolfers, herausgegeben wird, daß darin die Ephemeriden der anwachsenden Schaar von kleinen Planeten mit ganz besonderer Vollständigkeit behandelt werden. Bisher erscheint die der Marsbahn nähere Region allerdings am meisten gefüllt; aber schon die Breite dieser gemessenen Zone ist, „wenn man den Unterschied der Radien-Vectoren in der nächsten Sonnennähe (Victoria) und der weitesten Sonnenferne (Hygiea) ins Auge faßt, beträchtlicher als der Sonnen-Abstand des Mars †).

Die Excentricitäten der Bahnen, von denen Ceres, Egeria und Vesta die kleinste, Juno, Pallas und Iris die größte haben, sind, wie die Neigung gegen die Ekliptik, welche von Pallas ($34^{\circ} 37'$) und Egeria ($16^{\circ} 33'$) bis Hygiea ($3^{\circ} 47'$) abnimmt, bereits oben ‡) berührt worden. Es folgt hier eingeschaltet die tabellarische Uebersicht der Elemente der kleinen Planeten, die ich meinem Freunde, Herrn Dr. Galle, verdanke.

*) Ueber den Einfluß vervollkommener Sternkarten auf Entdeckung der kleinen Planeten s. Kosmos Buch III. S. 155 und 156.

†) D'Arrest über das System der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter 1851 S. 8.
‡) Kosmos Buch III. S. 549 und 563.

Elemente der 14 Reinen Planeten, für die Zeiten ihrer Opposition in der Nähe des Jahres 1851.

	Jovis	Veneris	Mars	Solis	Jovis	Saturni	Merkuri	Veneris	Mars	Jovis	Saturni	Ceres	Jovis	Neptun
E	1852 März 24	1850 Dec. 0	1851 Juni 9	1851 Dec. 1	1851 Februar 8	1851 Juni 12	1851 Dec. 22,0	1851 April 29,5	1852 März 15,0	1851 Juni 1,0	1851 Juni 11,5	1851 Dec. 30,0	1851 Nov. 5,0	1851 Sept. 28,5
L	174° 45'	342° 18'	256° 38'	18° 36'	126° 28'	311° 39'	17° 51'	197° 37'	162° 29'	234° 15'	276° 0'	105° 33'	72° 35'	356° 45'
π	32 51	301 57	250 32	41 22	71 7	15 17	317 5	135 43	118 17	179 10	54 20	147 59	121 23	228 2
Ω	110 21	235 28	103 22	259 44	68 29	138 31	124 59	141 28	43 18	86 51	170 55	80 49	172 45	287 38
i	5 53	8 23	7 8	5 28	5 36	14 47	4 37	5 19	16 33	9 6	13 3	10 37	34 37	3 47
μ	1086",04	994",51	977",90	963",03	962",58	939",65	926",22	857",50	854",96	853",77	813",88	770",75	768",43	634",24
a	2,2018	2,3349	2,3612	2,3855	2,3862	2,4249	2,4483	2,5774	2,5825	2,5849	2,6687	2,7673	2,7729	3,1514
e	0,15679	0,21792	0,08892	0,23239	0,12229	0,20186	0,09789	0,18875	0,08627	0,16786	0,25586	0,07647	0,23956	0,10092
U	1193x	1303x	1325x	1346x	1346x	1379x	1399x	1511x	1516x	1518x	1592x	1681x	1687x	2043x

Es bedeutet: E die Epoche der mittleren Länge in mittlerer Berliner Zeit, L die mittlere Länge in der Bahn, π die Länge des Perihels, Ω die Länge des aufsteigenden Knotens, i die Neigung gegen die Ekliptik, μ die mittlere tägliche spherische Bewegung, a die halbe große Axe, e die Excentricität, U die spherische Umlaufzeit in Tagen. — Die Längen beziehen sich auf das Nequinoctium der Epoche.

Das gegenseitige Verhalten der Asteroiden-Bahnen und die Aufzählung der einzelnen Bahnpare ist der Gegenstand scharfsinniger Untersuchungen zuerst (1848) von Gould *), ganz neuerlich von d'Arrest geworden. „Es scheint,“ sagt der Letztere, „am meisten für die innige Verbindung der ganzen Gruppe kleiner Planeten zu zeugen, daß, wenn man sich die Bahnen in ihren natürlichen Verhältnissen körperlich wie Reisen dargestellt denkt, sie alle dergestalt in einander hängen, daß man mittelst einer beliebigen die ganze Gruppe herausheben könnte. Wäre Jris, welche Hind im August 1847 auffand, uns zufällig noch unbekannt, wie gewiß noch viele andere Weltkörper in jener Region es sind, so bestände die Gruppe aus zwei gesonderten Theilen: — ein Ergebnis, das um so unerwarteter erscheinen muß, als die Zone weit ist, welche diese Bahnen im Sonnensysteme erfüllen †).“

Wir können diesen wunderbaren Planetenschwarm nicht verlassen, ohne in dieser fragmentarischen Aufzählung der einzelnen Glieder des Sonnengebietes der kühnen Ansicht eines vielbegabten, tiefforschenden Astronomen über den Ursprung der Asteroiden und ihrer einander durchschneidenden Bahnen zu erwähnen. Ein aus den Rechnungen von Gauss gezogenes Ergebnis, daß Ceres bei ihrem aufsteigenden Durchgang durch die Ebene der Pallasbahn diesem letzteren Planeten überaus nahe kommt, leitete Olbers auf die Vermuthung, „es könnten beide Planeten, Ceres und Pallas, Fragmente eines einzigen, durch irgend eine Naturkraft zerstörten, vormals die weite Lücke zwischen Mars und Jupiter ausfüllenden, großen Hauptplaneten sein; und man habe in derselben Region einen Zuwachs von ähnlichen Trümmern, die eine elliptische Bahn um die Sonne beschreiben, zu erwarten †).“

Die Möglichkeit, die Epoche einer solchen Weltbegebenheit, welche zugleich die Epoche der Entstehung der Kleinen Planeten sein soll, durch Rechnung zu bestimmen, bleibt bei der Verwickelung, welche die jetzt schon bekannte große Zahl der „Trümmer,“ die Secular-Verrückungen der Apfiden und die Bewegung der Knotenlinien erzeugen, auch annäherungsweise mehr als zweifelhaft †). Olbers bezeichnete die Gegend der Knotenlinie der Ceres- und Pallasbahn als entsprechend dem nördlichen Flügel der Jungfrau und dem Gestirne des Wallfisches. In letzterem wurde allerdings von Harding die Juno, kaum zwei Jahre nach der Entdeckung des Pallas, aber zufällig, bei Construction eines Sternencatalogs, gefunden; in ersterem, nach langem, fünfjährigem, durch die Hypothese geleiteten Suchen, von Olbers selbst die Vesta. Ob diese einzelnen Erfolge hinlänglich sind die Hypothese zu begründen, ist hier nicht der Ort zu entscheiden. Die Cometennebel, in die man anfangs die Kleinen Planeten gehüllt wählte, sind bei Untersuchungen durch vollkommnere Instrumente verschwunden. Bedeutende Lichtveränderungen, denen die Kleinen Planeten ausgesetzt sein sollten, schrieb Olbers ihrer unregelmäßigen Figur, als „Bruchstücke eines einigen zerstörten Planeten“ †), zu.

Jupiter.

Die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 5,202767 in Theilen des Erd-Abstandes vom Centralkörper. Der wahre mittlere Durchmesser dieses größten aller Planeten ist 19294 geogr. Meilen: also gleich 11,255 Erd-Durchmessern, ohngefähr um $\frac{1}{5}$ länger als der Durchmesser des fernerer Saturn. Siderischer Umlauf um die Sonne 113 314^h 20^m 2^s 7^u.

Die Abplattung des Jupiters ist nach den prismatischen Micrometer-Messungen von Arago, welche 1824 in die Exposition du Système du Monde (p. 38) übergegangen sind,

*) Benjamin Abbot Gould (jetzt zu Cambridge, Massachusetts, Verein. St.), Untersuchungen über die gegenseitige Lage der Bahnen zwischen Mars und Jupiter 1848 S. 9–12.

†) D'Arrest a. a. D. S. 30.

†) Zach, monatl. Correſp. Bd. VI. S. 88.

†) Gauss a. a. D. Bd. XXVI. S. 299.

†) Herr Daniel Kirkwood (von der Pottsville Aca-

demy) hat geglaubt das Unternehmen wagen zu dürfen, den geplatzten Urplaneten nach Art der urweltlichen Thiere aus fragmentarischen Ueberresten wieder herzustellen. Er findet demselben einen Durchmesser größer als Mars (von mehr als 1080 geogr. Meilen), und die langsame aller Rotationen eines Hauptplaneten: eine Tageslänge von 57 $\frac{1}{2}$ Stunden. Rep. of the British Assoc. 1850 p. XXXV.

wie 167 : 177, also $\frac{1}{17,7}$; was sehr nahe mit der späteren Arbeit (1839) von Beer und Mädler *) übereinstimmt, welche die Abplattung zwischen $\frac{1}{12,7}$ und $\frac{1}{21,6}$ fanden. Hansen und Sir John Herschel ziehen $\frac{1}{4}$ vor. Die allerfrüheste Beobachtung der Abplattung von Dominique Cassini ist älter als das Jahr 1666, wie ich schon an einem anderen Orte in Erinnerung gebracht. Dieser Umstand hat eine besondere historische Wichtigkeit wegen des Einflusses, welchen nach Sir David Brewster's scharfsinniger Bemerkung die von Cassini erkannte Abplattung auf Newton's Ideen über die Figur der Erde ausgeübt hat. Die Principia Philosophiae Naturalis zeugen dafür; aber die Zeitepochen, in denen diese Principia und Cassini's Beobachtung über den Aequatorial- und Polar-Durchmesser des Jupiter erschienen, konnten chronologische Zweifel erregen †).

Da die Jupiter'smasse, nach der Sonnenmasse, das wichtigste Element für das ganze Planetensystem ist, so muß ihre genauere Bestimmung in neuerer Zeit durch Störungen der Juno und Vesta, wie durch Elongation der Jupiterstrabanten, besonders des 4ten ‡) nach Airy (1834), als eine der folgereichsten Vervollkommnungen der rechnenden Astronomie betrachtet werden. Die Masse des Jupiter ist vergrößert gegen früher, die des Merkur dagegen vermindert worden. Es ist die erstere sammt der Masse der vier Jupiterstrabanten ^{1047,879}, während sie Laplace noch zu ^{1066,09} angab ||).

Die Rotation des Jupiter ist nach Airy 9^h 55' 21",3 mittlerer Sonnenzeit. Dominique Cassini hatte dieselbe zuerst 1665 durch einen Flecken, welcher viele Jahre, ja bis 1691, immer von gleicher Farbe und in gleichem Umriß sichtbar war ¶), zwischen 9^h 55' und 9^h 56' gefunden. Die meisten dieser Flecken sind von größerer Schwärze als die Streifen des Jupiter. Sie scheinen aber nicht der Oberfläche des Planeten selbst anzugehören, da sie bisweilen, besonders die den Polen näher liegenden, eine andere Rotationszeit als die der Aequatorial=Gegend gegeben haben. Nach einem sehr erfahrenen Beobachter, Heinrich Schwabe in Dessau, sind die dunklen, schärfer begrenzten Flecken mehrere Jahre hinter einander von den beiden, den Aequator begrenzenden grauen Gürteln (Streifen) bald dem südlichen, bald dem nördlichen ausschließend eigenthümlich gewesen. Der Proceß der Fleckenbildung ist also räumlich wechselnd. Bisweilen (ebenfalls nach Schwabe's Beobachtungen im November 1834) sind die Jupitersflecken bei einer 280maligen Vergrößerung in einem Fraunhofer'schen Fernrohr kleinen mit einem Hofe umgebenen Kernflecken der Sonne ähnlich. Ihre Schwärze ist aber dann doch geringer als die der Trabanten-Schatten. Der Kern ist wahrscheinlich ein Theil des Jupiterkörpers selbst; und wenn die atmosphärische Oeffnung über demselben Punkte stehen bleibt, so giebt die Bewegung des Fleckens die wahre Rotation. Sie theilen sich auch bisweilen wie Sonnenflecken, was schon Dominique Cassini im Jahr 1665 erkannte.

In der Aequatorial-Zone des Jupiter liegen zwei breite Hauptstreifen oder Gürtel von grauer oder graubrauner Farbe, welche gegen die Ränder blasser werden und endlich ganz verschwinden. Ihre Begrenzungen sind sehr ungleich und veränderlich; beide werden durch einen mittleren, ganz hellen Aequatorial=Streifen geschieden. Auch gegen die beiden Pole hin ist die ganze Oberfläche mit vielen schmalern, blässern, öfter unterbrochenen, selbst fein verzweigten, immer dem Aequator parallelen Streifen bedeckt. „Diese Erscheinungen,“ sagt Arago, „erklären sich am leichtesten, wenn man eine durch Wolkenschichten

*) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniss der himml. Körper S. 104–106. Ältere und unsichrere Beobachtungen von Huxley gaben sogar $\frac{1}{94}$. Laplace (Syst. du Monde p. 266) findet theoretisch bei zunehmender Dichte der Schichten zwischen $\frac{1}{24}$ und $\frac{5}{142}$.

†) Newton's unselbständiges Werk Philosophiae Naturalis Principia mathematica erschien schon im Mai 1687, und die Schriften der Pariser Akademie enthalten die Anzeige von Cassini's Bestimmung der Abplattung ($\frac{1}{15}$) erst im Jahr 1691: so daß Newton, der allerdings die Pendel-Versuche zu Cayenne von Ri-

cher aus der 1679 gedruckten Reise kennen konnte, die Gestalt des Jupiter durch mündlichen Verkehr und die damals so regsame briefliche Correspondenz muß erfahren haben. Vergl. über dies alles und über des Huygens nur scheinbar frühe Kenntniss der Richer'schen Pendel-Beobachtungen Kosmos Buch I. S. 83 Anm. †) und Buch II. S. 381 Anm. †).

‡) Airy in den Mem. of the royal Astron. Soc. Vol. IX. p. 7, Vol. X. p. 43.

||) Noch im Jahr 1824 (Laplace a. a. O. p. 207).

¶) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 754.

theilweise verdichtete Atmosphäre annimmt, in welcher jedoch die über dem Aequator ruhende Region, wahrscheinlich als Folge der Passatwinde, dunkler und diaphan ist. Weil (wie schon William Herschel in einer Abhandlung annahm, welche im Jahr 1793 in dem 83sten Bande der Philosophical Transactions erschien) die Wolken-Oberfläche ein intensiveres Licht reflectirt als die Oberfläche des Planeten; so muß der Theil des Bodens, welchen wir durch die heitere Luft sehen, minderes Licht haben (dunkler erscheinen) als die, vieles Licht zurückstrahlenden Wolkenschichten. Deshalb wechseln graue (dunkle) und helle Streifen mit einander; die ersteren erscheinen, wenn unter kleinen Winkeln der Vision=Radius des Beobachters schief gegen den Rand des Jupiter gerichtet ist, durch eine größere, dickere Masse und mehr Licht reflectirende Luftschichten gesehen, um so weniger dunkel gefärbt, als sie sich vom Centrum des Planeten entfernen *).“

Satelliten des Jupiter.

Schon zu Galilei's glänzender Zeit ist die richtige Ansicht entstanden, daß das untergeordnete Planetensystem des Jupiter, vielen Verhältnissen des Raumes und der Zeit nach, ein Bild des Sonnensystems im Kleinen darbiete. Diese, damals schnell verbreitete Ansicht, wie die bald darauf entdeckten Phasen der Venus (Februar 1610) haben viel dazu beigetragen dem copernicanischen Systeme allgemeineren Eingang zu verschaffen. Die Vierzahl der Trabanten des Jupiter ist die einzige Trabanzahl der äußeren Hauptplaneten, welche (seit der Epoche der ersten Entdeckung †) durch Simon Marius, am 29. December 1609) in fast drittehalbhundert Jahren keine neuere Entdeckung vermehrt hat.

Die folgende Tabelle enthält nach Hansen die siderischen Umlaufzeiten der Satelliten des Jupiter, ihre mittlere Entfernungen, im Halbmesser des Hauptplaneten ausgedrückt, ihre Durchmesser in geographischen Meilen und ihre Massen als Theile der Jupitermasse:

Satelliten	Umlaufzeit	Entfernung vom Jupiter	Durchm. in geogr. Meilen	Masse
1	1 ^h 18 ^m 23 ^s	6,049	529	0,0000173281
2	3 13 14	9,623	475	0,0000232355
3	7 3 43	15,350	776	0,0000884972
4	16 16 32	26,998	664	0,0000426591

Wenn ^{1047,573} die Masse des Jupiter und der Trabanten ausdrückt, so ist die Masse des Hauptplaneten ohne die Trabanten, ^{1048,059} nur um etwa ⁶⁰⁰⁰ kleiner.

Die Vergleichenungen der Größen, Abstände und Excentricität mit anderen Satelliten-Systemen sind bereits oben (Rosmos Buch III. S. 566 und 567) gegeben worden. Die Licht-Intensität der Jupiterstrabanten ist verschiedenartig und nicht ihrem Volum proportional: da der Regel nach der dritte und der erste, deren Größen-Ver-

*) „On sait qu'il existe au-dessus et au-dessous de l'équateur de Jupiter deux bandes moins brillantes que la surface générale. Si on les examine avec une lunette, elles paraissent moins distinctes à mesure qu'elles s'éloignent du centre, et même elles deviennent tout-à-fait invisibles près des bords de la planète. Toutes ces apparences s'expliquent en admettant l'existence d'une atmosphère de nuages interrompue aux environs de l'équateur par une zone diaphane, produite peut-être par les vents alisés. L'atmosphère de nuages réfléchissant plus de lumière que le corps solide de Jupiter, les parties de ce corps que l'on verra à travers la zone diaphane, auront moins d'éclat que le reste et formeront les bandes obscures. A mesure qu'on s'éloignera du centre, le rayon visuel de l'observateur traversera des épaisseurs de plus en plus grandes de la zone diaphane, en sorte qu'à la lumière réfléchie par le corps solide de la planète s'ajoutera la lumière réfléchie par cette zone plus épaisse. Les

bandes seront par cette raison moins obscures en s'éloignant du centre. Enfin aux bords mêmes la lumière réfléchie par la zone vue dans la plus grande épaisseur pourra faire disparaître la différence d'intensité qui existe entre les quantités de lumière réfléchie par la planète et par l'atmosphère de nuages; on cessera alors d'apercevoir les bandes qui n'existent qu'en vertu de cette différence. — On observe dans les pays de montagnes quelque chose d'analogue: quand on se trouve près d'une forêt de sapin, elle paraît noire; mais à mesure qu'on s'en éloigne, les couches d'atmosphère interposées deviennent de plus en plus épaisses et réfléchissent de la lumière. La différence de teinte entre la forêt et les objets voisins diminue de plus en plus, elle finit par se confondre avec eux, si l'on s'en éloigne d'une distance convenable.“ (Aus Arago's Vorträgen über Astronomie 1841.)

†) Rosmos Buch II. S. 363 und Anm. und 364.

hältniß nach dem Durchmesser wie 8 : 5 ist, am hellsten erscheinen. Der kleinste und dichteste von allen, der zweite, ist gewöhnlich heller als der größere, vierte, welchen man den Lichtschwächsten zu nennen pflegt. Zufällige (temporäre) Schwankungen der Licht-Intensität, die auch bemerkt werden, sind bald Veränderungen der Oberfläche, bald Verdunkelungen in der Atmosphäre der Jupitersmonde zugeschrieben worden*). Sie scheinen übrigens wohl alle ein intensiveres Licht als der Hauptplanet zu reflectiren. Wenn die Erde zwischen Jupiter und der Sonne steht, und die Satelliten also, sich von Osten nach Westen bewegend, scheinbar in den östlichen Rand des Jupiter eintreten; so verdecken sie uns in ihrer Bewegung nach und nach einzelne Theile der Scheibe des Hauptplaneten, und werden schon bei nicht starker Vergrößerung erkannt, indem sie sich leuchtend abheben von jener Scheibe. Die Sichtbarkeit des Satelliten wird um so schwieriger, je mehr er sich dem Centrum des Jupiter nähert. Aus dieser, früh bemerkten Erscheinung hat schon Pound, Newton's und Bradley's Freund, geschlossen, daß gegen den Rand hin die Jupitersscheibe weniger Licht habe als das Centrum. Arago glaubt, daß diese, von Messier wiederholte Behauptung Schwierigkeiten darbietet, welche erst durch neue und feinere Beobachtungen gelöst werden können. Jupiter ist ohne alle Satelliten gesehen worden von Molineux im November 1681, von Sir William Herschel am 23. Mai 1802, und zuletzt von Griesbach am 27. Sept. 1843. Eine solche Nicht-Sichtbarkeit der Satelliten bezieht sich aber nur auf den Raum außerhalb der Jupitersscheibe, und steht nicht dem Theorem entgegen, daß alle vier Satelliten nie gleichzeitig verfinstert werden können.

S a t u r n.

Die siderische oder wahre Umlaufzeit des Saturn ist 29 Jahre 166 Tage 23 Stunden 16' 32". Sein mittlerer Durchmesser ist 15507 geogr. Meilen, gleich 9,022 Erddurchmessern. Die Rotation, aus den Beobachtungen einiger dunkler Flecken (knotenartiger Verdichtungen der Streifen) auf der Oberfläche geschlossen †), ist $10^{\text{h}} 29' 17''$. Einer so großen Geschwindigkeit der Umdrehung um die Achse entspricht die starke Abplattung. William Herschel bestimmte sie schon 1776 zu $10_{\frac{1}{2}}$; Bessel fand nach dreijährigen und mehr unter einander übereinstimmenden Beobachtungen in der mittleren Entfernung den Polar-Durchmesser zu $15'',381$; den Aequatorial-Durchmesser zu $17'',053$; also eine Abplattung ‡) von $10_{\frac{1}{2}}$. Der Körper des Planeten hat ebenfalls bandartige Streifen, die aber weniger sichtbar, wenn gleich etwas breiter als die des Jupiter sind. Der constanteste derselben ist ein grauer Aequatorial-Streifen. Auf diesen folgen mehrere andere, aber mit wechselnden Formen, was auf einen atmosphärischen Ursprung deutet. William Herschel hat sie nicht immer dem Saturnsringe parallel gefunden; sie reichen auch nicht bis zu den Polen hin. Die Gegend um die Pole zeigt, was sehr merkwürdig, einen Wechsel in der Licht-Reflexion, welcher von den Jahreszeiten auf dem Saturn abhängig ist. Die Polar-Region wird nämlich im Winter heller leuchtend: eine Erscheinung, welche

*) Sir John Herschel, Outlines p. 540.

†) Die frühesten, sorgfältigen Beobachtungen von William Herschel im Nov. 1793 gaben für die Rotation des Saturn $10^{\text{h}} 16' 44''$. Mit Unrecht ist dem großen Weltweisen Immanuel Kant zugeschrieben worden, er habe in seiner geistreichen allgemeinen Naturgeschichte des Himmels 40 Jahre vor Herschel nach theoretischen Betrachtungen die Rotationszeit des Saturn errathen. Die Zahl, die er angiebt, ist $8^{\text{h}} 23' 53''$. Er nennt seine Bestimmung „die mathematische Berechnung einer unbekannten Bewegung eines Himmelskörpers, welche vielleicht die einzige Vorherverkündigung ihrer Art in der eigentlichen Naturlehre ist und von den Beobachtungen künftiger Zeiten die Bestätigung erwartet.“ Diese Bestätigung des Geachteten ist gar nicht eingetroffen; Beobachtungen haben einen Irrthum von $\frac{1}{3}$ des Ganzen, d. i. von 4 Stunden offenbart. Von dem Ringe des Saturn wird in derselben Schrift gesagt:

daß „in der Anhäufung von Theilchen, welche ihn bilden, die des inwendigen Randes ihren Lauf in 10 Stunden, die des auswendigen Randes ihn in 15 Stunden verrichten.“ Die erste dieser Ringzahlen steht allein der beobachteten Rotationszeit des Planeten ($10^{\text{h}} 29' 17''$) zufällig nahe. Vergl. Kant, sämtliche Werke Th. VI 1839 S. 135 und 140.

‡) Laplace (Expos. du Syst. du Monde p. 43) schätzte die Abplattung $\frac{1}{11}$. Die sonderbare Abweichung des Saturn von der sphäroidalen Figur, nach welcher William Herschel durch eine Reihe mühevoller und noch dazu mit sehr verschiedenen Fernröbren angestellter Beobachtungen die größte Aue des Planeten nicht im Aequator selbst, sondern in einem den Aequatorial-Durchmesser unter einem Winkel von ohngefähr 45° schneidenden Durchmesser fand, ist durch Bessel nicht bestätigt, sondern irrig befunden worden.

an die wechselnde Schnee-Region des Mars erinnert und schon dem Scharfblick von William Herschel nicht entgangen war. Sei nun eine solche Zunahme der Licht-Intensität der temporären Entstehung von Eis und Schnee, oder einer außerordentlichen Anhäufung von Wolken zuzuschreiben: immer deuten sie auf Wirkungen von Temperatur-Veränderungen, auf eine Atmosphäre *).

Die Masse des Saturn haben wir bereits oben zu $3501,6$ angegeben; sie läßt bei dem ungeheuren Volum des Planeten (sein Durchmesser ist $\frac{4}{5}$ des Durchmessers des Jupiter) auf eine sehr geringe und gegen die Oberfläche abnehmende Dichtigkeit schließen. Bei einer ganz homogenen Dichtigkeit ($\frac{76}{100}$ von der des Wassers) würde die Abplattung noch stärker sein.

In der Ebene seines Aequators umgeben den Planeten wenigstens zwei frei schwebende, in einer und derselben Ebene liegende, überaus dünne Ringe. Sie haben eine größere Intensität des Lichts als Saturn selbst, und der äußere Ring ist noch heller als der innere †). Die Theilung des, von Huygens 1655 als eines einzigen anerkannten ‡) Ringes wurde wohl schon von Dominique Cassini 1675 gesehen, aber zuerst von William Herschel (1789—1792) genau beschrieben. Den äußeren Ring hat man seit Short mehrfach durch feinere Streifen abgetheilt gefunden, aber diese Linien oder Streifen sind nie sehr constant gewesen. Ganz neuerlich, in den letzten Monaten des Jahres 1850, haben Bond in Cambridge (V. St. von Amerika) durch den großen Refractor von Merz (mit 14zölligem Objective) am 11. November, Dawes bei Maidstone in England am 25. November, also nahe gleichzeitig, zwischen dem zweiten, bisher so genannten inneren Ringe und dem Hauptplaneten einen dritten, sehr matten und lichtschwachen, dunkleren Ring entdeckt. Er ist durch eine schwarze Linie von dem zweiten getrennt, und füllt den dritten Theil des Raumes aus, welchen man zwischen dem zweiten Ringe und dem Körper des Planeten bisher als leer angab und durch welchen Verham kleine Sterne will gesehen haben.

Die Dimensionen des getheilten Saturnsrings sind von Bessel und Struve bestimmt worden. Nach dem Letzteren erscheint uns der äußere Durchmesser des äußersten Ringes in der mittleren Entfernung des Saturn unter einem Winkel von $40''{,}09$, gleich 33300 geogr. Meilen; der innere Durchmesser desselben Ringes unter einem Winkel von $35''{,}29$, gleich 33700 geogr. Meilen. Für den äußeren Durchmesser des inneren (zweiten) Ringes erhält man $34''{,}47$; für den inneren Durchmesser desselben Ringes $26''{,}67$. Den Zwischenraum, welcher den letztgenannten Ring von der Oberfläche des Planeten trennt, setzt Struve zu $4''{,}34$. Die ganze Breite des ersten und zweiten Ringes ist 3700 Meilen; die Entfernung des Ringes von der Oberfläche des Saturn ohngefähr 5000 Meilen; die Kluft, welche den ersten Ring von dem zweiten trennt und welche der von Dominicus Cassini gefundene schwarze Theilungsstrich bezeichnet, nur 390 Meilen. Von der Dicke dieser Ringe glaubt man, daß sie nicht 23 Meilen übersteige. Die Masse der Ringe ist nach Bessel $\frac{1}{16}$ der Saturnmasse. Sie bieten einzelne Erhöhungen ||) und Ungleichheiten dar, durch welche man annäherungsweise ihre Umdrehungszeit (der des Planeten vollkommen gleich) hat beobachten können. Die Unregelmäßigkeiten der Form offenbaren sich bei dem Verschwinden des Ringes, wo gewöhnlich der eine Hentel früher als der andere unsichtbar wird.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die von Schwabe zu Dessau im Sept. 1827 entdeckte, excentrische Lage des Saturn. Der Saturnsring ist nicht concentrisch mit

*) Arago, Annuaire pour 1842 p. 555.

†) Auch dieser Unterschied der Licht-Intensität des äußeren und inneren Ringes ist bereits von Dominicus Cassini angegeben worden (Mém. de l'Académie des Sciences Année 1715 p. 13).

‡) Kosmos Buch II. S. 364. Die Veröffentlichung der Entdeckung, oder vielmehr der vollständi-

gen Erklärung aller Erscheinungen, welche Saturn und sein Ring darbieten, geschah erst vier Jahre später, im Jahr 1859, im Systema Saturnium.

||) Solche bergartige Unebenheiten hat neuerlich wieder Lassell in Liverpool in einem selbstfabricirten 20füßigen Spiegeltelescop erkannt; Rep. of the British Association 1850 p. XXXV.

der Kugel selbst, sondern Saturn liegt im Ringe etwas westlich. Diese Beobachtung ist von Harding, Struve*), John Herschel und South (theilweise durch micrometrische Messungen) bestätigt worden. Kleine, periodisch scheinende Verschiedenheiten in der Quantität der Excentricität, die sich aus Reihen correspondirender Beobachtungen von Schwabe, Harding und de Vico in Rom ergeben, sind vielleicht in Oscillationen des Schwerpunkts des Ringes um den Mittelpunkt des Saturn gegründet. Auffallend ist, daß schon am Ende des 17ten Jahrhunderts ein Geistlicher, Gallet zu Avignon, ohne Erfolg versucht hatte, die Astronomen seiner Zeit auf die excentrische Lage des Saturn aufmerksam zu machen †). Bei der so überaus geringen und nach der Oberfläche abnehmenden Dichtigkeit des Saturn (vielleicht kaum $\frac{1}{2}$ der Dichtigkeit des Wassers) ist es schwer, sich eine Vorstellung von dem Molecular-Zustande oder der materiellen Beschaffenheit des Planetenkörpers zu machen; oder gar zu entscheiden, ob diese Beschaffenheit wirkliche Flüssigkeit, d. h. Verschlebarkeit der kleinsten Theile, oder Starrheit (nach der so oft angeführten Analogie von Tannenholz, Bimsstein, Kork oder eines erstarrten Flüssigen, des Eises) voraussetze. Der Astronom der Krusenstern'schen Expedition, Horner, nennt den Saturnsring einen Wolkenzug; er will, daß die Berge des Saturn aus Dampfmassen und Dunstbläschen bestehen ‡). Die Conjectural-Astronomie treibt hier ein freies und erlaubtes Spiel. Ganz anderer Art sind die ernsten, auf Beobachtung und analytischen Calcul gegründeten Speculationen über die Möglichkeit der Stabilität des Saturnsrings von zwei ausgezeichneten amerikanischen Astronomen, Bond und Peirce §). Beide stimmen für das Resultat der Flüssigkeit, wie für fortdauernde Veränderlichkeit in der Gestalt und Theilbarkeit des äußeren Ringes. Die Erhaltung des Ganzen ist von Peirce als von der Einwirkung und Stellung der Satelliten abhängig betrachtet worden: weil ohne diese Abhängigkeit, auch bei Ungleichheiten im Ringe, sich das Gleichgewicht nicht würde erhalten können.

Satelliten des Saturn.

Die fünf ältesten Saturnstrabanten wurden entdeckt zwischen den Jahren 1655 und 1684 (Titan, der 6te im Abstände, von Huygens; und 4 von Cassini, nämlich: Iapetus, der äußerste aller; Rhea, Tethys und Dione). Auf die 5 ältesten Satelliten folgte 1789 die Entdeckung von zweien, dem Hauptplaneten am nächsten stehenden, Mimas und Enceladus, durch William Herschel. Der 7te Satellit, Hyperion, endlich, der vorletzte im Abstände, wurde von Bond zu Cambridge (Verein. St.) und von Lassell zu Liverpool im Sept. 1848 fast gleichzeitig aufgefunden. Ueber die relative Größe und Verhältnisse der Abstände in diesem Partial-Systeme ist schon früher verhandelt (Rosmos Buch I. S. 46 und Buch III. S. 566). Die Umlaufzeiten und mittleren Entfernungen, letztere in Theilen des Aequatorial-Halbmessers des Saturn ausgedrückt, sind nach den Beobachtungen, die Sir John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung ¶) zwischen 1835 und 1837 angestellt, folgende:

*) Vergl. Harding's kleine Ephemeriden für 1835 S. 100 und Struve in Schum. Astr. Nachrichten No. 139 S. 389.

†) Man liest in den Actis Eruditorum pro anno 1684 p. 424 als Auszug aus dem Systema phaenomenorum Saturni autore Galletio, proposito eool. Avenionensis: Nonnunquam corpus Saturni non exaete annuli medium obtinere visum fuit. Hinc evenit, ut, quum planeta orientalis est, centrum ejus extremitati orientali annuli propius videatur, et major pars ab occidentali latere sit cum ampliore obscuritate.

‡) Horner in Geßler's neuem physik. Wörterbuch Bd. VIII. 1836 S. 174.

§) Benjamin Peirce on the constitution of Saturn's Ring in Gould, Astron. Journal 1851 Vol. II. p. 16. „The Ring consists of a stream or of streams of a fluid rather denser than water flowing around the primary.“ Vergl. auch Stillman's Amer. Journal, 2d Ser. Vol. XII. 1851 p. 99; und über die Unebenheiten des Ringes, wie über störende, und deshalb erhaltende Einwirkungen der Satelliten John Herschel, Outlines p. 320.

¶) Sir John Herschel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope p. 414–430; derselbe in den Outlines of Astr. p. 650, und über das Gesetz der Abstände § 550.

Satelliten nach Zeit der Entdeckung	Satelliten nach Abständen	Umlaufzeit	Mittlere Entfernung
f	1. Mimas	0 ^h 22 ^m 37 ^s 22 ^u 9	3,3607
g	2. Enceladus	1 8 53 6,7	5,3125
e	3. Tethys	1 21 18 25,7	5,3396
d	4. Dione	2 17 41 8,9	6,8398
c	5. Rhea	4 12 25 10,8	9,5528
a	6. Titan	15 22 41 25,2	22,1450
h	7. Hyperion	22 12 ?	28,0000?
b	8. Japetus	79 7 53 40,4	64,3590

Zwischen den ersten vier, dem Saturn nächsten Satelliten zeigt sich ein merkwürdiges Verhältniß der Commensurabilität der Umlaufzeiten. Die Periode des 3ten Satelliten (Tethys) ist das Doppelte von der des 1ten (Mimas); der 4te Satellit (Dione) hat die doppelte Umlaufzeit des 2ten (Enceladus). Die Genauigkeit geht bis auf $\frac{1}{100}$ der längeren Periode. Dieses, nicht beachtete Resultat ist mir bereits im November 1845 in Briefen von Sir John Herschel mitgetheilt worden. Die vier Trabanten des Jupiter zeigen eine gewisse Regelmäßigkeit in den Abständen: sie bieten ziemlich nahe die Reihe 3 . 6 . 12 dar. Der 2te ist vom 1ten in Halbmessern des Jupiter entfernt 3,6; der 3te vom 2ten 5,7; der 4te vom 3ten 11,6. Das sogenannte Gesetz von Titius haben dazu Fries und Challis in allen Satelliten-Systemen, selbst in dem des Uranus, nachzuweisen versucht*).

U r a n u s.

Die anerkannte Existenz dieses Weltkörpers, die große Entdeckung von William Herschel, hat nicht bloß die Zahl der seit Jahrtausenden allein bekannten sechs Hauptplaneten zuerst vermehrt und den Durchmesser des planetarischen Sonnengebietes mehr als verdoppelt; sie hat auch durch die Störungen, die Uranus aus lange unbekannter Ferne erlitt, nach 65 Jahren zu der Entdeckung des Neptun geleitet. Uranus wurde zufällig (13. März 1781) bei der Untersuchung einer kleinen Sterngruppe in den Zwillingen durch seine kleine Scheibe erkannt, welche unter Vergrößerungen von 460- und 932mal weit mehr zunahm, als es der Fall war bei anderen, daneben stehenden Sternen. Auch bemerkte der scharfsinnige, mit allen optischen Erscheinungen so vertraute Entdecker, daß die Licht-Intensität bei starker Vergrößerung in dem neuen Weltkörper beträchtlich abnahm, während sie bei den Fixsternen gleicher (6ter bis 7ter) Größe dieselbe blieb.

Herschel nannte den Uranus, als er seine Existenz anfangs †) verkündigte, einen Cometen; und erst die vereinten Arbeiten von Saron, Lexell, Laplace und Méchain, welche durch des verdienstvollen Bode's Auffindung (1784) älterer Beobachtungen des Gestirns von Tobias Mayer (1756) und Flamsteed (1690) ungemein erleichtert wurden, haben die elliptische Bahn des Uranus und seine ganz planetarischen Elemente bewundernswürdig schnell festgestellt. Die mittlere Entfernung des Uranus von der Sonne ist nach Hansen 19,18239 oder 396 $\frac{1}{2}$ Million geogr. Meilen; seine siderische Umlaufzeit 84 Jahre 5^h 19^m 41^s 36^u; seine Neigung gegen die Ekliptik 0° 46' 28^u; der scheinbare Durchmesser in der mittleren Entfernung von der Erde 9^u,9. Seine Masse, welche die ersten Trabanten-Beobachtungen zu $\frac{1}{1918}$ bestimmt hatten, ergiebt sich nach Lamont's Beobachtung nur zu $\frac{1}{24005}$; danach fiel seine Dichtigkeit zwischen die des Jupiter und des Saturn ‡). Eine Abplattung des Uranus wurde schon von Herschel, als derselbe Vergrößerungen von 800- bis 2400mal anwandte, vermuthet. Nach Mädler's Messungen in den Jahren 1842

*) Fries, Vorlesungen über die Sternkunde 1833 S. 325; Challis in den Transact. of the Cambridge Philos. Society Vol. III. p. 171.

†) William Herschel, Account of a Comet, in den Philos. Transact. for 1781 Vol. LXXI. p. 492.
‡) Rosmoss Buch III. S. 558.

und 1843 würde sie zwischen $10,7$ und $10,9$ zu fallen scheinen *). Daß die anfangs vermutheten zwei Ringe des Uranus eine optische Täuschung waren, ist von dem, immer so vorsichtig und ausdauernd prüfenden Entdecker selbst erkannt worden.

Satelliten des Uranus.

„Uranus,“ sagt Herschel der Sohn, „ist von 4, wahrscheinlich von 5 oder 6 Satelliten umgeben.“ Es bieten dieselben eine große, bisher noch nirgends im Sonnensysteme aufgefundenen Eigenthümlichkeit dar: die nämlich, daß, wenn alle Satelliten (der Erde, des Jupiter, des Saturn), wie auch alle Hauptplaneten sich von West nach Ost bewegen und, einige Asteroiden abgerechnet, nicht viel gegen die Ekliptik geneigt sind, die, fast ganz kreisförmige Bahn der Uranustrabanten unter einem Winkel von $78^{\circ} 58'$, also nahe senkrecht, auf der Ekliptik steht, und die Trabanten selbst sich von Ost nach West bewegen. Bei den Satelliten des Uranus, wie bei denen des Saturn, sind wohl zu unterscheiden die Reihung und Nomenclatur der Zählung nach Maßgabe der Abstände vom Hauptplaneten, und die Reihung nach Maßgabe der Epochen der Entdeckung. Von den Uranus-Satelliten wurden zuerst durch William Herschel aufgefunden (1787) der 2te und 4te, dann (1790) der 1ste und 5te, zuletzt (1794) der 6te und 3te. In den 56 Jahren, welche seit der letzten Entdeckung eines Uranus-Satelliten (des 3ten) verflossen sind, ist oft und mit Ungerechtigkeit an der Existenz von 6 Uranustrabanten gezweifelt worden; Beobachtungen der letzten 20 Jahre haben allmählig erwiesen, wie zuverlässig der große Entdecker von Slough auch in diesem Theile der planetarischen Astronomie gewesen ist. Es sind bisher wieder gesehen worden der 1ste, 2te, 4te und 6te Satellit des Uranus. Vielleicht darf man auch den 3ten hinzusetzen, nach der Beobachtung Lassell's vom 6. Nov. 1848. Wegen der großen Oeffnung seines Spiegeltelescop's und der dadurch erlangten Lichtfülle hielt Herschel der Vater, bei der Schärfe seines Gesichts, unter günstigen Luftverhältnissen schon eine Vergrößerung von 157mal für hinlänglich; der Sohn schreibt für diese so überaus kleinen Lichtscheiben (Lichtpunkte) im allgemeinen eine 300malige Vergrößerung vor. Der 2te und 4te Satellit sind am frühesten, sichersten und häufigsten wiedergesehen worden von Sir John Herschel in den Jahren 1828 bis 1834 in Europa und am Vorgebirge der guten Hoffnung, später von Lamont in München und Lassell in Liverpool. Der 1ste Satellit des Uranus wurde von Lassell (14. Sept. bis 9. Nov. 1847) und von Otto Struve (8. Oct. bis 10. Dec. 1847), der äußerste (6te) von Lamont (1. Oct. 1837) aufgefunden. Noch gar nicht wiedergesehen scheint der 5te, nicht befriedigend genug der 3te Satellit †). Die hier zusammengestellten Einzelheiten sind auch deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil sie von neuem zu der Vorsicht anregen, sogenannten negativen Beweisen nicht zu viel zu trauen.

Neptun.

Das Verdienst, eine umgekehrte Störungs-Aufgabe (die: „aus den gegebenen Störungen eines bekannten Planeten die Elemente des unbekannten störenden herzuleiten“) erfolgreich bearbeitet und veröffentlicht, ja durch eine kühne Vorherverkündigung die große Entdeckung des Neptun von Galle am 23. Sept. 1846 veranlaßt zu haben; gehört der scharfsinnigen Combinationsgabe, der ausdauernden Arbeitsamkeit von Le Verrier ‡). Es ist, wie Ende sich ausdrückt, die glänzendste unter allen Planeten-Entdeckungen, weil rein theoretische Untersuchungen die Existenz und den Ort des neuen Planeten haben voraussagen lassen. Die so schnelle Auffindung selbst ist durch die vortreffliche akademische Berliner Sternkarte von Bremker begünstigt worden ||).

*) Mäbler in Schumacher's Astr. Nachr. No. 493. (Vergl. über die Abplattung des Uranus Urago, Annuaire pour 1842 p. 577-579.)
 †) Vergl. für die Beobachtungen von Lassell zu Starfield (Liverpool) und von Otto Struve Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 43-47 und 135-139, auch Schum. Astr. Nachr. No. 623 S. 365.
 ‡) Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Gesch. der Neptuns-Entdeckung, im Ergänzt. Heft. zu Schum. Astr. Nachr. 1849 S. 17.
 ||) Astron. Nachr. No. 580.

Wenn unter den Abständen der äußeren Planeten von der Sonne der Abstand des Saturn (9,53) fast doppelt so groß als der des Jupiter (5,20), der Abstand des Uranus (19,18) aber mehr als das Doppelte von dem des Saturn ist; so fehlen dagegen dem Neptun (30,04) zur abermaligen (dritten) Verdoppelung der Abstände noch volle 10 Erdweiten, d. i. ein ganzes Drittel von seinem Sonnen-Abstande. Die planetarische Grenze ist demalen 621 Millionen geographischer Meilen von dem Centrkörper entfernt; durch die Entdeckung des Neptun ist der Markstein unseres planetarischen Wissens um mehr als 223 Millionen Meilen (über 10,8 Abstände der Sonne von der Erde) weiter gerückt. Je nachdem man die Störungen erkennt, welche der jedesmalige letzte Planet erleidet, werden so allmählig andere und andere Planeten entdeckt werden, bis diese wegen ihrer Entfernung aufhören unsren Fernröhren sichtbar zu sein*).

Nach den neuesten Bestimmungen ist die Umlaufzeit des Neptun 60126,7 Tage oder 164 Jahre und 226 Tage, und seine halbe große Ase 30,03628. Die Excentricität seiner Bahn, nächst der der Venus die kleinste, ist 0,00871946; seine Masse ¹⁴⁴⁶; sein scheinbarer Durchmesser nach Ende und Galle 2",70, nach Challis sogar 3",07; was die Dichtigkeit im Verhältniß zu der der Erde zu 0,230, also größer als die des Uranus (0,178), giebt †).

Dem Neptun wurde bald nach der ersten Entdeckung durch Galle, von Lassell und Challis ein Ring zugeschrieben. Der Erstere hatte eine Vergrößerung von 567 mal angewandt, und versucht die große Neigung des Ringes gegen die Elliptik zu bestimmen; aber spätere Untersuchungen haben bei Neptun, wie lange vorher bei Uranus, den Glauben an einen Ring vernichtet.

Ich berühre aus Verzicht kaum in diesem Werke die, allerdings früheren, aber unveröffentlichten und durch einen anerkannten Erfolg nicht gekrönten Arbeiten des so ausgezeichneten und scharfsinnigen englischen Geometers, Herrn J. C. Adams von St. John's College zu Cambridge. Die historischen Thatfachen, welche sich auf diese Arbeiten und auf Le Verrier's und Galle's glückliche Entdeckung des neuen Planeten beziehen, sind in zwei Schriften: von dem Astronomer royal Airy und von Bernard Lindenan, umständlich, partheilos und nach sicheren Quellen entwickelt worden ‡). Geistige Bestrebungen, fast gleichzeitig auf

*) Le Verrier, Recherches sur les mouvemens de la Planète Herschel 1846 in der Connaissance des temps pour l'an 1849 p. 254.

†) Das sehr wichtige Element der Masse des Neptun ist allmählig gewachsen von $\frac{1}{20087}$ nach Adams, $\frac{1}{19040}$ nach Peirce, $\frac{1}{19100}$ nach Bond und $\frac{1}{18780}$ nach John Herschel, $\frac{1}{16480}$ nach Lassell auf $\frac{1}{14446}$ nach Ditto und August Struve. Das letzte, Pulkowaer Resultat ist in den Text aufgenommen worden.

‡) Airy in den Monthly Notices of the Royal Astr. Soc. Vol. VII. No. 9 (Nov. 1846) p. 121-152; Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Gesch. der Neptun-Entdeckung S. 1-32 und 235-238. — Le Verrier, von Arago dazu aufgefordert, fing im Sommer 1845 an, die Uranus-Theorie zu bearbeiten. Die Ergebnisse seiner Untersuchung legte er dem Institut am 10. Nov. 1845, am 1. Juni, 31. Aug. und 5. Oct. 1846 vor, und veröffentlichte zugleich dieselben; die größte und wichtigste Arbeit Le Verrier's, welche die Auflösung des ganzen Problems enthält, erschien aber in der Connaissance des temps pour l'an 1849. Adams legte, ohne etwas dem Druck zu übergeben, die ersten Resultate, die er für den störenden Planeten erhalten hatte, im September 1845 dem Prof. Challis, und mit einiger Abänderung im October desselben Jahres dem Astronomer royal vor, ohne etwas zu veröffentlichen. Der letztere empfing mit neuen Correctionen, welche sich auf eine Verminderung des Abstandes bezogen, die letzten Resultate von Adams im Anfange des Septembers 1846. Der junge Geometer von Cambridge

brückt sich über die chronologische Folge von Arbeiten, welche auf einen und denselben großen Zweck gerichtet waren, mit so viel edler Bescheidenheit als Selbstverläugnung aus: „I mention these earlier dates merely to show, that my results were arrived at independently and previously to the publication of M. Le Verrier, and not with the intention of interfering with his just claims to the honors of the discovery; for there is no doubt that his researches were first published to the world, and led to the actual discovery of the planet by Dr. Galle: so that the facts stated above cannot detract, in the slightest degree, from the credit due to M. Le Verrier.“

Da in der Geschichte der Entdeckung des Neptun oft von einem Anteil geredet worden ist, welchen der große Königsberger Astronom früh an der, schon von Alexander Bouvard (dem Verfasser der Uranustafeln) im Jahr 1834 geäußerten Föpfung, von der Störung des Uranus durch einen uns noch unbekannten Planeten* genommen habe; so ist es vielleicht vielen Lesern des Kosmos angenehm, wenn ich hier einen Theil des Briefes veröffentliche, welchen Wessel mir unter dem 8. Mai 1840 (also zwei Jahre vor seinem Gespräch mit Sir John Herschel bei dem Besuche zu Collingwood) geschrieben hat: „Sie verlangen Nachricht von dem Planeten jenseits des Uranus. Ich könnte wohl auf Freunde in Königsberg verweisen, die aus Mifverständniß mehr davon zu wissen glauben als ich selbst. Ich hatte die Entwicklung des Zusammenhanges zwischen den astronomischen Beobachtungen und

dasselbe wichtige Ziel gerichtet, bieten in rühmlichem Wettkampfe ein um so lebhafteres Interesse dar, als sie durch die Wahl der angewandten Hilfsmittel den dermaligen glänzenden Zustand des höheren mathematischen Wissens bezeugen.

Satelliten des Neptun.

Wenn in den äußeren Planeten die Existenz eines Ringes bis jetzt sich nur ein einziges Mal darbietet, und seine Seltenheit vermuthen läßt, daß die Entstehung und Bildung einer materiellen losen Umgürtung von dem Zusammentreffen eigener, schwer zu erfüllender Bedingnisse abhängt; so ist dagegen die Existenz von Satelliten, welche die äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus) begleiten, eine um so allgemeinere Erscheinung. Lassell erkannte schon Anfangs August 1847 mit Sicherheit*) den ersten Neptunstrabanten in seinem großen 20füßigen Reflector mit 24zölliger Oeffnung. Otto Struve†) zu Pulkowa (11. Sept. bis 20. Dec. 1847) und Bond‡), der Director der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, (16. Sept. 1847) bestätigten Lassell's Entdeckung. Die Pulkowaer Beobachtungen gaben: die Umlaufzeit des Neptunstrabanten zu $5^h 21^m 7^s$, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik zu $34^\circ 7'$, die Entfernung vom Mittelpunkt des Hauptplaneten zu 54000 geogr. Meilen, die Masse zu $\frac{1}{14506}$. Drei Jahre später (14. August 1850) entdeckte Lassell einen zweiten Neptunstrabanten, auf welchen er 628malige Vergrößerungen anwandte||). Diese letzte Entdeckung ist, glaube ich, bisher nicht von andern Beobachtern bestätigt worden.

III.

Die Cometen.

Die Cometen, welche Xenocrates und Theon der Alexandriner Lichtgewölke nennen, die nach überkommenem altem chaldäischen Glauben Apollonius der Myndier „aus großer Ferne auf langer (geregelter) Bahn periodisch aufsteigen“ läßt, bilden im Sonnengebiet, der Anziehungskraft des Centralkörpers unterworfen, doch eine eigene, abgesonderte Gruppe

der Astronomie zum Gegenstande einer am 28. Febr. 1840 gehaltenen öffentlichen Vorlesung gewählt. Das Publikum weiß keinen Unterschied zwischen beiden; seine Ansicht war also zu berichtigen. Die Nachweisung der Entwicklung der astronomischen Kenntnisse aus den Beobachtungen führte natürlich auf die Bemerkung: daß wir noch keinesweges behaupten können, unsere Theorie erkläre alle Bewegungen der Planeten. Die Beweise davon gab der Uranus, dessen alte Beobachtungen gar nicht in Elemente passen, welche sich an die späteren von 1783 bis 1820 anschließen. Ich glaube Ihnen schon einmal gesagt zu haben, daß ich viel früher gearbeitet habe; allein dadurch nicht weiter gekommen bin als zu der Sicherheit, daß die vorhandene Theorie, oder vielmehr ihre Anwendung auf das in unserer Kenntniß vorhandene Sonnensystem nicht hinreicht, das Räthsel des Uranus zu lösen. Inbessan darf man es deshalb, meiner Meinung nach, nicht als unauslösbar betrachten. Zuerst müssen wir genau und vollständig wissen, was von dem Uranus beobachtet ist. Ich habe durch einen meiner jungen Zuhörer, Flemming, alle Beobachtungen reduciren und vergleichen lassen, und damit liegen mir nun die vorhandenen Thatsachen vollständig vor. So wie die alten Beobachtungen nicht in die Theorie passen, so passen die neueren noch weniger hinein; denn jetzt ist der Fehler schon wieder eine ganze Minute, und wächst jährlich um $7''$ bis $8''$, so daß er bald viel größer sein wird. Ich meinte daher, daß eine Zeit kommen werde, wo man die Auflösung des Räthfels, vielleicht in einem neuen Planeten, finden werde, dessen Elemente aus ihren Wirkungen auf

den Uranus erkannt und durch die auf den Saturn bestätigt werden könnten. Daß diese Zeit schon vorhanden sei, bin ich weit entfernt gewesen zu sagen; allein versuchen werde ich jetzt, wie weit die vorhandenen Thatsachen führen können. Es ist dieses eine Arbeit, die mich seit so vielen Jahren begleitet, und derentwegen ich so viele verschiedene Ansichten verfolgt habe, daß ihr Ende mich vorzüglich reizt, und daher so bald als irgend möglich herbeigeführt werden wird. Ich habe großes Vertrauen zu Flemming, der in Danzig, wohin er berufen ist, dieselbe Reduction der Beobachtungen, welche er jetzt für Uranus gemacht hat, für Saturn und Jupiter fortsetzen wird. Glücklich ist es meiner Ansicht nach, daß er (für jetzt) kein Mittel der Beobachtung hat und zu keinen Vorlesungen verpflichtet ist. Es wird auch ihm wohl eine Zeit kommen, wo er Beobachtungen eines bestimmten Himmels wegen anstellen muß; dann soll es ihm nicht mehr an den Mitteln dazu fehlen, so wenig ihm jetzt schon die Geschäftigkeit fehlt.“

*) Der erste Brief, in welchem Lassell die Entdeckung ankündigte, war vom 6. August 1847 (Schumacher's Astr. Nachr. No. 611 S. 165).

†) Otto Struve in den Astron. Nachr. No. 629. Aus den Beobachtungen von Pulkowa berechnete August Struve in Dorpat die Bahn des ersten Neptunstrabanten.

‡) W. C. Bond in den Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences Vol. II. p. 137 und 140.

||) Schum. Astr. Nachr. No. 729 S. 143.

von Weltkörpern. Sie unterscheiden sich von den eigentlichen Planeten nicht blos durch ihre Excentricität, und, was noch wesentlich ist, durch das Durchschneiden der Planetenkreise; sie bieten auch eine Veränderlichkeit der Gestalt, eine Wandelbarkeit der Umriffe dar, welche bei einigen Individuen (z. B. an dem von Heinsius so genau beschriebenen Klinkenbergischen Cometen von 1744 und am Halley'schen Cometen in der letzten Erscheinung vom Jahre 1835) schon in wenigen Stunden bemerkbar geworden ist. Als noch nicht durch Ende unser Sonnensystem mit inneren, von den Planetenbahnen eingeschlossenen Cometen kurzer Umlaufzeit bereichert worden war, leiteten dogmatische, auf falsche Analogien gegründete Träume über die mit dem Abstände von der Sonne gesetzlich zunehmende Excentricität, Größe und Undichtigkeit der Planeten auf die Ansicht: daß man jenseits des Saturn excentrische planetarische Weltkörper von ungeheurem Volum entdecken werde, „welche Mittelstufen zwischen Planeten und Cometen bilden; ja daß der letzte, äußerste Planet schon ein Comet genannt zu werden verdiene, weil er vielleicht die Bahn des ihm nächsten, vorletzten Planeten, des Saturn, durchschneide“ *). Eine solche Ansicht der Verkettung der Gestalten im Weltbau, analog der oft gemißbrauchten Lehre von dem Uebergange in den organischen Wesen, theilte Immanuel Kant, einer der größten Geister des achtzehnten Jahrhunderts. Zu zwei Epochen, 26 und 91 Jahre nachdem die Naturgeschichte des Himmels von dem Königsberger Philosophen dem großen Friedrich zugeeignet ward, find Uranus und Neptun von William Herschel und Galle aufgefunden worden; aber beide Planeten haben eine geringere Excentricität als Saturn: ja wenn die des letzteren 0,056 ist, so besitzt dagegen der äußerste aller uns jetzt bekannten Planeten, Neptun, die Excentricität 0,008, fast der der sonnennahen Venus (0,006) gleich. Uranus und Neptun zeigen dazu nichts von den verkündigten cometischen Eigenschaften.

Als in der uns näheren Zeit allmählig (seit 1819) fünf innere Cometen dem von Ende folgten, und gleichsam eine eigene Gruppe bildeten, deren halbe große Axe der von den Kleinen Planeten der Mehrzahl nach ähnlich ist; wurde die Frage aufgeworfen: ob die Gruppe der inneren Cometen nicht ursprünglich eben so einen einzigen Weltkörper bildete wie nach der Hypothese von Olbers die Kleinen Planeten; ob der große Comet sich nicht durch Einwirkung des Mars in mehrere getheilt habe, wie eine solche Theilung als Bipartition gleichsam unter den Augen der Beobachter im Jahr 1846 bei der letzten Wiederkehr des inneren Cometen von Biela vorgegangen ist. Gewisse Ähnlichkeiten der Elemente haben den Professor Stephen Alexander (von dem College of New Jersey) zu Untersuchungen veranlaßt †) über die Möglichkeit eines gemeinsamen Ursprunges der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter mit einigen oder gar allen Cometen. Auf die Gründe der Analogie, welche von den Nebelhüllen der Asteroiden herge-

*) „Bermittelt einer Reihe von Zwischengliedern,“ sagt Immanuel Kant, „werden jenseit Saturn sich die letzten Planeten nach und nach in Cometen verwandeln, und so die letztere Gattung mit der ersteren zusammenhängen. Das Gesetz, nach welchem die Excentricität der Planetenkreise sich in Verhältniß ihres Abstandes von der Sonne verhält, unterstützt diese Vermuthung. Die Excentricität nimmt mit dem Abstände zu, und die entfernteren Planeten kommen dadurch der Bestimmung der Cometen näher. Der letzte Planet und erste Comet könnte derjenige genannt werden, welcher in seiner Sonnennähe den Kreis des ihm nächsten Planeten, vielleicht also des Saturn, durchschneidet. — Auch durch die Größe der planetarischen Massen, die mit der Entfernung (von der Sonne) zunehmen, wird unsere Theorie von der mechanischen Bildung der Himmelskörper klarlich erwiesen.“ Kant, Naturgesch. des Himmels (1755) in den sammtl. Werken Th. VI. S. 88 und 195. Im Anfang des 5ten Hauptstückes wird (S. 131) von der früheren cometenähnlichen Natur gesprochen, welche Saturn abgelegt habe.

†) Stephen Alexander „on the similarity of arrangement of the Asteroids and the Comets of short period, and the possibility of their common origin,“ in Gould's Astron. Journal No. 19 p. 147 und No. 20 p. 181. Der Verf. unterscheidet mit Binde (Schum. Astr. Nachr. No. 724) „the comets of short period, whose semi-axes are all nearly the same with those of the small planets between Mars and Jupiter; and the other class, including the comets whose mean distance, or semi-axes, is somewhat less than that of Uranus.“ Er schließt die erste Abhandlung mit dem Resultate: „Different facts and coincidences agree in indicating a near appulse, if not an actual collision of Mars with a large comet in 1315 or 1316, that the comet was thereby broken into three parts, whose orbits (it may be presumed) received even then their present form; viz., that still presented by the comets of 1812, 1815 and 1846 which are fragments of the dissevered comet.“

nommen sind, muß nach allen genaueren neueren Beobachtungen Verzicht geleistet werden. Die Bahnen der kleinen Planeten sind zwar auch einander nicht parallel, sie bieten in der Pallas allerdings die Erscheinung einer übergroßen Neigung der Bahn dar; aber bei allem Mangel des Parallelismus unter ihren eigenen Bahnen durchschneiden sie doch nicht cometenartig irgend eine der Bahnen der großen alten, d. h. früher entdeckten Planeten. Dieser bei jeglicher Annahme einer primitiven Wurfriichtung und Wurfgeschwindigkeit überaus wesentliche Umstand scheint außer der Verschiedenheit in der physischen Constitution der inneren Cometen und der ganz dunstlosen kleinen Planeten die Gleichheit der Entstehung beider Arten von Weltkörpern sehr unwahrscheinlich zu machen. Auch hat Laplace in seiner Theorie planetarischer Genesis aus um die Sonne kreisenden Dunstringen, in welchen sich die Materie um Kerne ballt, die Cometen ganz von Planeten trennen zu müssen geglaubt: „Dans l'hypothèse des zones de vapeurs et d'un noyau s'accroissant par la condensation de l'atmosphère qui l'environne, les comètes sont étrangères au système planétaire” *).

Wir haben bereits in dem Naturgemälde †) darauf aufmerksam gemacht, wie die Cometen bei der kleinsten Masse den größten Raum im Sonnengebiet ausfüllen; auch nach der Zahl der Individuen (die Wahrscheinlichkeits-Rechnung, gegründet auf gleichmäßige Vertheilung der Bahnen, Grenzen, der Sonnennähe und der Möglichkeit des Unsichtbarbleibens, führt auf die Existenz vieler Tausende von ihnen) übertreffen sie alle anderen planetarischen Weltkörper. Wir nehmen vorsichtig die Aërolithen oder Meteor-Asteroiden aus, da ihre Natur noch in großes Dunkel gehüllt bleibt. Man muß unter den Cometen die unterscheiden, deren Bahn von den Astronomen berechnet worden ist; und solche, von denen theils nur unvollständige Beobachtungen, theils bloße Andeutungen in den Chroniken vorhanden sind. Da nach Galle's letzter genauer Aufzählung 178 bis zum Jahr 1847 berechnet wurden, so kann man mit den bloß angedeuteten wohl wieder als Totalzahl bei der Annahme von sechs- bis siebenhundert gesehenen Cometen beharren. Als der von Halley verkündigte Comet von 1682 im Jahr 1759 wieder erschien, hielt man es für etwas sehr auffallendes, daß in demselben Jahre 3 Cometen sichtbar wurden. Jetzt ist die Lebhaftigkeit der Erforschung des Himmelsgewölbes gleichzeitig an vielen Punkten der Erde so groß, daß 1819, 1825 und 1840 in jedem Jahre vier, 1826 fünf, ja 1846 acht erschienen und berechnet wurden.

An mit unbewaffnetem Auge gesehenen Cometen ist die letzte Zeit wiederum reicher als das Ende des vorigen Jahrhunderts gewesen; aber unter ihnen bleiben die von großem Glanze in Kopf und Schweif auch ihrer Seltenheit wegen immer eine merkwürdige Naturerscheinung. Es ist nicht ohne Interesse, aufzuzählen, wie viel dem bloßen Auge sichtbare Cometen in Europa während der letzten Jahrhunderte ‡) sich gezeigt haben. Die

*) Laplace, Expos. du Syst. du Monde (6d. 1824) p. 414.

†) Ueber Cometen im Naturgemälde s. Kosmos Buch I. S. 47-54 und Anm.

‡) In sieben halben Jahrhunderten von 1500 bis 1850 sind zusammen 52; einzeln in der Reihenfolge von sieben gleichen Perioden: 13, 10, 2, 10, 4, 4 und 9, dem bloßen Auge sichtbaren Cometen in Europa erschienen. Hier folgen die einzelnen Jahre:

1500—1550	1550—1600
13 Com.	10 Com.
1600—1650	1650—1700
1607	1652
1613	1664
	1665
	1668
7 Com.	1672
	1680
	1682

	1686
	1689
	1696
	10 Com
	1750—1800
1700—1750	1759
1702	1766
1744	1769
1748 (2)	1781
4 Com.	4 Com.
	1800—1850
	1807
	1811
	1819
	1822
	1830
	1833
	1843

reichste Epoche war das 16te Jahrhundert mit 23 solchen Cometen. Das 17te zählte 12, und zwar nur 2 in seiner ersten Hälfte. Im 18ten Jahrhundert erschienen bloß 8, aber 9 allein in den ersten 50 Jahren des 19ten Jahrhunderts. Unter diesen waren die schönsten die von 1807, 1811, 1819, 1835 und 1843. In früheren Zeiten sind mehrmals 30 bis 40 Jahre verflossen, ohne daß man ein einziges Mal solches Schauspiel genießen konnte. Die scheinbar cometenarmen Jahre mögen indessen doch reich an großen Cometen sein, deren Perihel jenseit der Bahnen des Jupiter und Saturn liegt. Der telescopischen Cometen werden jetzt im Durchschnitt in jedem Jahre wenigstens 2 bis 3 entdeckt. In drei auf einander folgenden Monaten hat (1840) Galle 3 neue Cometen, von 1764 bis 1798 Messier 12, von 1801 bis 1827 Pons 27 gefunden. So scheint sich Kepler's Ausspruch über die Menge der Cometen im Weltraum (ut pisces in Oceano) zu bewähren.

Von nicht geringer Wichtigkeit ist die so sorgfältig aufgezeichnete Liste der in China erschienenen Cometen, welche Edouard Biot aus der Sammlung von Ma-tuan-lin bekannt gemacht hat. Sie reicht bis über die Gründung der ionischen Schule des Thales und des lydischen Alyattes hinaus; und begreift in zwei Abschnitten den Ort der Cometen von 613 Jahren vor unserer Zeitrechnung bis 1222 nach derselben, und dann von 1222 bis 1644; die Periode, in welcher die Dynastie der Ming herrschte. Ich wiederhole hier (s. Kosmos Buch I. S. 47 Anm. *): daß, während man Cometen von der Mitte des 3ten bis Ende des 14ten Jahrhunderts nach ausschließlich chinesischen Beobachtungen hat berechnen müssen, die Berechnung der Halley'schen Cometen bei seinem Erscheinen im Jahr 1456 die erste Cometen-Berechnung war nach den ausschließlich europäischen Beobachtungen, und zwar nach denen des Regiomontanus. Diesen letzteren folgten abermals bei einem Wiedererscheinen des Halley'schen Cometen die sehr genauen des Apianus zu Ingolstadt im August des Jahres 1531. In die Zwischenzeit fällt (Mai 1500) ein durch afrikanische und brasilische Entdeckungserfaren berühmter gewordenener, prachsvoll glänzender Comet*), der in Italien Signor Astone, die große Asta, genannt wurde. In den chinesischen Beobachtungen hat, durch Gleichheit der Elemente, Laugier †) eine siebente Erscheinung des Halley'schen Cometen (die von 1378) erkannt: so wie auch der von Galle ‡) am 6. März entdeckte dritte Comet von 1840 mit dem von 1097 identisch zu sein scheint. Auch die Mexicaner knüpften in ihren Jahrbüchern Begebenheiten an Cometen und andere Himmels-Beobachtungen. Ich habe den Cometen von 1490, welchen ich in der mexicanischen Handschrift von Le Tellier aufgefunden und in meinen Monumens des peuples indigènes de l'Amérique habe abbilden lassen, sonderbar genug, nur in dem chinesischen Cometen-Register als im December desselben Jahres beobachtet erkannt||). Die Mexicaner hatten ihn in ihre Register eingetragen 28 Jahre früher als Cortes an den Küsten von Vera Cruz (Chalcihuecuan) zum ersten Male gesehen.

Von der Gestalt, der Form, Licht- und Farben-Veränderung der Cometen, den Aus-

1845

1847

9 Com.

Als 23 im 16ten Jahrhundert (dem Zeitalter von Apianus, Girolamo Fracastoro, Landgraf Wilhelm IV. von Hessen, Möllin und Ardo) erschienen, dem unbewaffneten Auge sichtbare Cometen sind hier aufgezählt worden: 10 von Pingre beschriebene, nämlich: 1500, 1505, 1506, 1512, 1514, 1516, 1518, 1521, 1522 und 1530; ferner die Cometen von 1531, 1532, 1533, 1556, 1558, 1569, 1577, 1580, 1582, 1585, 1590, 1593 und 1596.

*) Es ist der „höckerartige“ Comet, welchem im Sturm und Schiffbruch der Lob des berühmten portugiesischen Entdeckers Bartholomäus Diaz, als er mit Cabral von Brasilien nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung segelte, zugeschrieben ward; Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 296 und T. V. p. 80

(Soufa, Asia Portug. T. I. P. I. cap. 5 p. 45).

†) Laugier in der *Connaissance des temps pour l'an 1846* p. 99. Vergl. auch Edouard Biot, *Recherches sur les anciennes apparitions chinoises de la Comète de Halley antérieures à l'année 1378 a. a. D.* p. 70–84.

‡) Ueber den von Galle im März 1840 entdeckten Cometen s. *Schumacher's Astr. Nachr. Bd. XVII.* S. 188.

||) S. meine *Vues des Cordillères* (éd. in folio) Pl. LV fig. 8, p. 281–282. Die Mexicaner hatten auch eine sehr richtige Ansicht von der Ursach der Sonnenfinsternis. Diefelbe mexicanische Handschrift, wenigstens ein Viertel-Jahrhundert vor der Ankunft der Spanier angefertigt, bildet die Sonne ab, wie sie fast ganz von der Mondscheibe verdeckt wird, und wie Sterne dabei sichtbar werden.

frömungen am Kopfe, welche zurückgebeugt*) den Schweif bilden, habe ich nach den Beobachtungen von Heinsius (1744), Bessel, Struve und Sir John Herschel umständlich im Naturgemälde (Rosmos Buch I. S. 47–51) gehandelt. Außer dem prachtvollen †) Cometen von 1843, der in Chihuahua (NW-Amerika) von Boring von 9 Uhr Morgens bis Sonnen-Untergang wie ein kleines weißes Gewölke, in Parma von Amici am vollen Mittag 1° 23' östlich von der Sonne ‡) gesehen werden konnte, ist auch in der neuesten

*) Diese Entstehung des Schweifes am vorderen Theile des Cometenkopfes, welche Bessel so viel beschäftigt hat, war schon Newton's und Winthrop's Ansicht (vergl. Newton, Princip. p. 511 und Philos. Transact. Vol. LVII. for the year 1767 p. 140 fig. 6). Der Schweif, meint Newton, entwidelt sich der Sonne nahe am stärksten und längsten, weil die Himmelsluft (was wir mit Ende das widerstehende Mittel nennen) dort am dichtesten sei, und die particulae caudae, stark erwärmt, von der dichteren Himmelsluft getragen, leichter aufsteigen. Winthrop glaubt, daß der Haupteffect erst etwas nach dem Perihel eintrete, weil nach dem von Newton festgestellten Gesetze (Princ. p. 424 und 466) überall (bei periodischer Wärme-Veränderung wie bei der Meeresfluth) die Maxima sich verfpäten.

†) Arago im Annuaire pour 1844 p. 395. Die Beobachtung ist von Amici dem Sohne.

‡) Ueber den Cometen von 1843, der mit beispiellosem Glanze im nördlichen Europa im Monat März nahe bei dem Orion erschien, und der Sonne unter allen beobachteten und berechneten Cometen am nächsten gekommen ist, s. alles gesammelt in Sir John Herschel's Outlines of Astronomy p. 589–597, und in Peirce, American Almanac for 1844 p. 42. Wegen physionomischer Ähnlichkeiten, deren Unsicherheit aber schon Seneca (Nat. Quaest. lib. VII cap. 11 und 17) entwirft hat, wurde er anfänglich für identisch mit den Cometen von 1668 und 1689 gehalten (Rosmos Buch I. S. 69 und Anm. *); Galle in Olbers's Cometenbahnen No. 42 und 50.). Boguslawski (Schum. Afr. Andr. No. 545 S. 272) glaubt dagegen, daß seine früheren Erscheinungen bei einem Umlauf von 147 Jahren die von 1695, 1548 und 1401 waren; ja, er nennt ihn den Cometen des Aristoteles, „weil er ihn bis in das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung zurückführt, und ihn mit dem talentvollen Hellenisten Diersch in München für einen Cometen hält, dessen in den Meteorologicis des Aristoteles Buch I cap. 6 Erwähnung geschieht.“ Ich erinnere aber, daß der Name Comet des Aristoteles vieldeutig und unbestimmt ist. Wird der gemeint, welchen Aristoteles im Orion verschwinden läßt und mit dem Erdbeben in Achaja in Verbindung setzt; so muß man nicht vergessen, daß dieser Comet von Callisthenes vor, von Diodor nach, und von Aristoteles zur Zeit des Erdbebens angegeben wird. Das 6te und 8te Capitel der Meteorologie handeln von vier Cometen, deren Epochen der Erdeinnung durch Archonten zu Athen und durch unheilbringende Begebenheiten bezeichnet werden. Es ist daselbst der Reihe nach gedacht: des westlichen Cometen, welcher bei dem großen, mit Ueberschwemmungen verbundenen Erdbeben von Achaja erschien (cap. 8, 8); dann des Cometen unter dem Archonten Eucles, Sohn des Molon; später (cap. 8, 10) kommt der Stagirite wieder auf den westlichen Cometen, den des großen Erdbebens, zurück, und nennt dabei den Archonten Asteus: ein Name, den unrichtige Lesarten in Aristäus verwandelt haben, und den Pingré deshalb in der Cométographie mit Aristhenes oder Alcithenes fälschlich für Eine Person hält. Der Glanz dieses Cometen des Asteus verbreitete sich über den dritten Theil des Himmelskörpers; der Schweif, welchen man den Weg (666) nannte, war also 60° lang. Er reichte bis in die Gegend des Orion, wo er sich auflöste. In cap. 7, 9 wird des Cometen gedacht, welcher gleichzeitig mit dem be-

rühmten Aërolithenfall bei Aegos Potamoi (Rosmos Buch I. S. 57, und Anm. *) erschien und wohl nicht eine Verwechselung mit der von Damados beschriebenen, 70 Tage lang leuchtenden und Sternschnuppen sprühenden Aërolithen-Wolke sein kann. Endlich nennt Aristoteles noch cap. 7, 10 einen Cometen unter dem Archonten Nicomachus, welchem ein Sturm bei Corinth zugeschrieben ward. Diese vier Cometen-Erscheinungen fallen in die lange Periode von 32 Olympiaden: nämlich der Aërolithenfall nach der Parischen Chronik Ol. 78, 1 (468 ante Chr.), unter den Archonten Theagenides; der große Comet des Asteus, welcher zur Zeit des Erdbebens von Achaja erschien und im Sternbild des Orion verschwand, in Ol. 101, 4 (373 a. Chr.); Eucles, Sohn des Molon, von Diodor (XII, 53) fälschlich Euclesides genannt in Ol. 88, 2 (427 a. Chr.) wie auch der Commentar des Johannes Philoponos bestätigt; der Comet des Nicomachus in Ol. 109, 4 (341 a. Chr.). Bei Plineus II, 25 wird für die jubaes effigies mutata in hastam Ol. 1' 8 angegeben. Mit dem unmittelbaren Anknüpfen des Cometen des Asteus (Ol. 101, 4) an das Erdbeben in Achaja stimmt auch Seneca überein, indem derselbe des Unterganges von Bura und Selice, welche Städte Aristoteles nicht ausdrücklich nennt, folgendermaßen erwähnt: „Effigiem ignis longi fuisse, Callisthenes tradit, antequam Burin et Helicon mare absconderet. Aristoteles ait, non tamen illam, sed Cometam fuisse.“ (Seneca, Nat. Quaest. VII, 5). Strabo (VIII p. 384 Cap.) setzt den Untergang der zwei oft genannten Städte zwei Jahre vor der Schlacht von Leuctra, woraus sich wieder Ol. 101, 4 ergibt. Nachdem endlich Diodor von Sicilien dieselbe Begebenheit als unter dem Archonten Asteus vorgefallen umständlicher (XV, 48 und 49) beschrieben hat, setzt er den glänzenden, schattenwerfenden Cometen (XV, 60) unter den Archonten Alcithenes, ein Jahr später, Ol. 102, 1 (372 a. Chr.), und als Vorboten des Unterganges der Herrschaft der Lacedämonier; aber der spätere Diodor hat die Gewohnheit, eine Begebenheit aus einem Jahre in das andere zu verschieben: und für die Epoche des Asteus, vor dem Alcithenes, sprechen die ältesten und sichersten Zeugen, Aristoteles und die Parische Chronik. Da nun für den herrlichen Cometen von 1843 die Annahme eines Umlaufs von 147½ Jahren Boguslawski durch 1695, 1548, 1401 und 1106 auf das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung führt, so stimmt damit der Comet des Erdbebens von Achaja nach Aristoteles bis auf zwei, nach Diodor bis auf ein Jahr überein: was, wenn man von der Ähnlichkeit der Bahn etwas wissen könnte, bei wahrscheintlichen Störungen in einer Periode von 1214 Jahren freilich ein sehr geringer Fehler ist. Wenn Pingré in der Cométographie (1783 T. I. p. 259–262), sich auf Diodor und den Archonten Alcithenes statt Asteus stützt, den in Frage stehenden Cometen im Orion in Ol. 102 und doch in den Anfang Juli 371 vor Christus statt 372 setzt; so liegt der Grund wohl darin, daß er wie einige Astronomen das erste Jahr vor der christlichen Zeitrechnung mit anno 0 bezeichnet. Es ist schließlich zu bemerken, daß Sir John Herschel für den bei hellem Tage, nahe an der Sonne, gesehenen Cometen von 1843 eine ganz andere Umlaufzeit und zwar von 175 Jahren annimmt, was auf die Jahre 1668, 1493 und 1318 führt. Vergl. Outlines p. 370 bis 372 mit Galle in Olbers's Cometenbahnen S. 208 und Rosmos Buch I. S. 69.). Andere Combinationen von Peirce und

Zeit der von Hind in der Gegend von Capella entdeckte erste Comet des Jahres 1847 am Tage des Perihels zu London nahe bei der Sonne sichtbar gewesen.

Zur Erläuterung dessen, was oben von der Bemerkung chinesischer Astronomen bei Gelegenheit ihrer Beobachtung des Cometen vom Monat März 837, zur Zeit der Dynastie Thang, gesagt worden ist, schalte ich hier, aus dem Ma-tuan-lin übersetzt, die wörtliche Angabe des Richtungs-Gesetzes des Schweifes ein. Es heißt dasselbe: „im allgemeinen ist bei einem Cometen, welcher östlich von der Sonne steht, der Schweif, von dem Kern an gerechnet, gegen Osten gerichtet; erscheint aber der Comet im Westen der Sonne, so dreht sich der Schweif gegen Westen *).“ Fracastoro und Apianus sagten bestimmter und noch richtiger: „daß eine Linie in der Richtung der Achse des Schweifes, durch den Kopf des Cometen verlängert, das Centrum der Sonne trifft.“ Die Worte des Seneca (Nat. Quaest. VII, 20): „die Cometenschweife fliehen vor den Sonnenstrahlen,“ sind auch bezeichnend. Während unter den bis jetzt bekannten Planeten und Cometen sich in den, von der halben große Ate abhängenden Umlaufzeiten die kürzesten zu den längsten bei den Planeten wie 1 : 688 verhalten, ergiebt sich bei den Cometen das Verhältniß wie 1 : 2670. Es ist Merkur (87²/₉₇) mit Neptun (60126²/₇), und der Comet von Ende (3,3 Jahre) mit dem von Gottfried Kirch zu Coburg, Newton und Halley beobachteten Cometen von 1680 (8814 Jahre) verglichen. Die Entfernung des unsrem Sonnensysteme nächsten Fixsternes (α Centauri) von dem, in einer vortrefflichen Abhandlung von Ende bestimmten Aphel (Punkt der Sonnenferne) des zuletzt genannten Cometen; die geringe Geschwindigkeit seines Laufs (10 Fuß in der Secunde) in diesem äußersten Theile seiner Bahn; die größte Nähe, in welche der Perell-Burckhardt'sche Comet von 1770 der Erde (auf 6 Mondfernern), der Comet von 1680 (und noch mehr der von 1843) der Sonne gekommen sind: habe ich im Kosmos Buch I. S. 52 und 53, Buch III. S. 523 und 524 bereits abgehandelt. Der zweite Comet des Jahres 1819, welcher in beträchtlicher GröÙe plötzlich in Europa aus den Sonnenstrahlen heraustrat, ist seinen Elementen zufolge am 26. Juni (leider ungesehen!) vor der Sonnenscheibe vorausgegangen †). Eben dies muß der Fall gewesen sein mit dem Cometen von 1823, welcher außer dem gewöhnlichen, von der Sonne abgekehrten, auch einen anderen, der Sonne gerade zugewandten Schweif zeigte. Haben die Schweife beider Cometen eine beträchtliche Länge gehabt, so müssen dunstartige Theile derselben, wie gewiß öfters geschehen, sich mit unserer Atmosphäre gemischt

Clausen leiten gar auf Umlaufzeiten von 21¹/₂ oder 7¹/₂ Jahren: — Beweis genug, wie gewagt es ist, den Cometen von 1843 auf den Archonten Ateus zurückzuführen. Die Erwähnung eines Cometen unter dem Archonten Nicomachus in den Meteorol. lib. I. cap. 7, 10 gewährt wenigstens den Vorteil, uns zu lehren, daß dieses Werk geschrieben wurde, als Aristoteles wenigstens 44 Jahr alt war. Auffallend aber es mir immer geblieben, daß der große Mann, da er zur Zeit des Erdbebens von Akaja und der Erscheinung des großen Cometen im Orion, mit einem Schweif von 60° Länge, schon 14 Jahr alt war, mit so wenig Lebendigkeit von einem so glänzenden Gegenstande spricht, und sich begnügt, ihn unter die Cometen zu zählen, „die zu seiner Zeit gesehen wurden.“ Die Verwunderung steigt, wenn man in demselben Capitel erwähnt findet, er habe etwas neblisches, ja, eine schwache Mähne (κόμην), um einen Fixstern in dem Hüftbein des Hundes (vielleicht Procyon im Kleinen Hunde) mit eigenen Augen gesehen (Meteorol. I. 6, 9). Auch spricht Aristoteles (I. 6, 11) von seiner Beobachtung der Bedeckung eines Sterns in den Zwillingen durch die Scheibe des Jupiter. Was die bunte Mähne oder Nebel-Umhüllung des Procyon (?) betrifft, so erinnert sie mich an eine Erscheinung, von der mehrmals in den altamericanischen Reichs-Annalen, nach dem Codex Tellerianus, die Rede ist. „Dieses Jahr,“ heißt es darin, „dampfte (rauchte) wieder Citlaloholaa“,

der Planet Venus, auch Tlazoteotl im Aztekischen genannt (s. meine Vas des Cordilleres T. II. p. 303): wahrscheinlich am griechischen, wie am mericanischen Himmel ein Phänomen atmosphärischer Strahlenbrechung, die Erscheinung kleiner Stern-Höfe, halones.

*) Eduard Biot in den Comptes rendus T. XVI. 1843 p. 751.

†) Galle in dem Anhang zu Olbers Cometenbahnen S. 221 No. 130. Ueber den wahrscheinlichen Durchgang des zweischweifigen Cometen von 1823 s. Bödln. Rev. 1848 No. 175 p. 193. — Die kurz vorher im Text angeführte Abbildung, die wahren Elemente des Cometen von 1680 enthaltend, vernichtet Halley's phantastische Idee, nach welcher derselbe bei einem vorausgesetzten Umlaufe von 575 Jahren zu allen großen Epochen der Menschengeschichte: zur Zeit der Sündfluth nach hebräischen Sagen, im Zeitalter des Dayges nach griechischen Sagen, im trojanischen Kriege, bei der Zerstörung von Niniveh, bei dem Tode von Julius Cäsar u. s. w., erschienen sei. Die Umlaufzeit ergiebt sich aus Ende's Berechnung zu 8814 Jahren. Seine geringste Entfernung von der Oberfläche der Sonne war am 17. Dec. 1680 nur 32000 geographische Meilen, also 20000 weniger als die Entfernung der Erde vom Monde. Das Aphel ist 853,3 Entfernungen der Erde von der Sonne, und das Verhältniß der kleinsten zur größten Entfernung von der Sonne ist wie 1 : 140000.

haben. Es ist die Frage aufgeworfen worden: ob die wundersamen Nebel von 1783 und 1831, welche einen großen Theil unseres Continents bedeckten, Folge einer solchen Vermischung gewesen sind?*)

Während die Quantität der strahlenden Wärme, welche die Cometen von 1680 und 1843 in so großer Sonnennähe empfangen, mit der Focal-Temperatur eines 32zölligen Brennspiegels verglichen wird †); will ein mir lange befreundeter, hochverdienter Astronom ‡), daß „alle Cometen ohne festen Kern (wegen ihrer übermäßig geringen Dichtigkeit) keine Sonnenwärme, sondern nur die Temperatur des Weltraums ||) haben. Erwägt man die vielen und auffallenden Analogien der Erscheinungen, welche nach Melloni und Forbes leuchtende und dunkle Wärmequellen darbieten, so scheint es schwer, bei dem dormaligen Zustande unserer physikalischen Gedankenverbindungen nicht in der Sonne selbst Prozesse anzunehmen, welche gleichzeitig durch Aetherschwingungen (Wellen verschiedener Länge) strahlendes Licht und strahlende Wärme erzeugen. Der angeblichen Verfinsterung des Mondes durch einen Cometen im Jahr 1454, welche der erste Uebersetzer des byzantinischen Schriftstellers Georg Phranza, der Jesuit Pontanus, in einer Münchner Handschrift glaubte aufgefunden zu haben, ist lange in vielen astronomischen Schriften gedacht worden. Dieser Durchgang eines Cometen zwischen Erde und Mond im Jahr 1454 ist eben so irrig als der von Lichtenberg behauptete des Cometen von 1770. Das Chronicon der Phranza ist vollständig zum erstenmal zu Wien 1796 erschienen, und es heißt ausdrücklich darin: daß im Weltjahr 6962, während daß sich eine Mondfinsterniß ereignete, ganz auf die gewöhnliche Weise nach der Ordnung und der Kreisbahn der himmlischen Lichter ein Comet, einem Nebel ähnlich, erschien, und dem Monde nahe kam. Das Weltjahr (= 1450) ist irrig, da Phranza bestimmt sagt, die Mondfinsterniß und der Comet seien nach der Einnahme von Constantinopel (19. Mai 1453) gesehen worden, und eine Mondfinsterniß wirklich am 12. Mai 1454 eintraf. (S. Jacobs in Zach's monatl. Corresp. Bd. XXIII. 1811 S. 196–202.)

Das Verhältniß des Lexell'schen Cometen zu den Jupitersmonden; die Störungen, er durch sie erlitten, ohne auf ihre Umlaufzeiten einzuwirken (Kosmos Buch I. S. sind von Le Verrier genauer untersucht worden. Messier entdeckte diesen merkwürdigen Cometen als einen schwachen Nebelfleck im Schützen am 14. Juni 1770; aber 8 Tage später leuchtete sein Kern schon als ein Stern zweiter Größe. Vor dem Perihel war kein Schweif sichtbar, nach demselben entwickelte sich derselbe durch geringe Ausströmungen kaum bis 1° Länge. Lexell fand seinem Cometen eine elliptische Bahn und die Umlaufzeit von 5,585 Jahren, was Burdhardt in seiner vortrefflichen Preisschrift von 1806 bestätigte. Nach Clausen hat er sich (den 1. Juli 1770) bis auf 363 Erd-Halbmesser (311000 geogr. Meilen oder 6 Mondfernern) der Erde genähert. Daß der Comet nicht früher (März 1776) und nicht später (October 1781) gesehen wurde, ist, nach Lexell's früherer Vermuthung, von Laplace in dem 4ten Bande der Mécanique céleste durch Störung von Seiten des Jupitersystems bei den Annäherungen in den beiden Jahren 1767 und 1779 analytisch dargethan worden. Le Verrier findet, daß nach einer Hypothese über die Bahn des Cometen derselbe 1779 durch die Kreise der Satelliten durchgegangen sei, nach einer anderen von dem 4ten Satelliten nach außen weit entfernt blieb ¶).

Der Molecular-Zustand des so selten begrenzten Kopfes oder Kernes wie der des Schweifes der Cometen ist um so räthselhafter, als derselbe keine Strahlenbrechung veranlaßt, und als durch Arago's wichtige Entdeckung (Kosmos Buch I. S. 50, und Anmerkungen) in dem Cometenlichte ein Antheil von polarisirtem, also von reflectirtem Sonnenlichte

*) Arago im *Annuaire pour 1832* p. 236–255.

†) Sir John Herschel, *Outlines* § 592.

‡) Bernhard von Lindenau in *Schum. Astr. Nachr.* No. 698 S. 25.

||) Kosmos Buch III. S. 403–405.

¶) Le Verrier in den *Comptes rendus* T. XIX. 1844 p. 982–993.

erwiesen wird. Wenn die kleinsten Sterne durch die dunstartigen Ausströmungen des Schweifes, ja fast durch das Centrum des Kernes selbst, oder wenigstens in größter Nähe des Centrums, in ungeschwächtem Glanze gesehen werden (per Cometem non aliter quam per nubem ulteriora cernuntur; Seneca, Nat. Quaest. VII, 18): so zeigt dagegen die Analyse des Cometenlichtes in Arago's Versuchen, denen ich beizugehört, daß die Dunsthüllen trotz ihrer Zartheit fremdes Licht zurückzuwerfen fähig sind*); daß diese Weltkörper „eine unvollkommene Durchsichtigkeit †) haben, da das Licht nicht ungehindert durch sie durchgeht.“ In einer so lockeren Nebelgruppe erregen die einzelnen Beispiele großer Licht-Intensität, wie in dem Cometen von 1843, oder des sternartigen Leuchtens eines Kernes um so mehr Verwunderung, als man eine alleinige Zurückwerfung des Sonnenlichts annimmt. Sollte aber in den Cometen nicht daneben auch ein eigener lichterzeugender Proceß vorgehen?

Die ausströmenden, verdunstenden Theile aus Millionen Meilen langen, besenartigen, gefächerten Schweifen verbreiten sich in den Weltraum; und bilden vielleicht, entweder selbst das widerstandleistende, hemmende Fluidum ‡), welches die Bahn des Endischen Cometen allmählig verengt: oder sie mischen sich mit dem alten Weltstoffe, der sich nicht zu Himmelskörpern geballt, oder zu der Bildung des Ringes verdichtet hat, welcher uns als Thierfreislicht leuchtet. Wir sehen gleichsam vor unseren Augen materielle Theile verschwinden, und ahnden kaum, wo sie sich wiederum sammeln. So wahrscheinlich nun auch die Verdichtung einer den Weltraum füllenden gasartigen Flüssigkeit in der Nähe des Centralkörpers unseres Systems ist; so kann bei den Cometen, deren Kern nach Vollzug sich in der Sonnennähe verkleinert, diese da verdichtete Flüssigkeit doch wohl nicht als auf eine blasenartige Dunsthülle drückend gedacht werden ||). Wenn bei den Ausströmungen der Cometen die Umrisse der lichtreflectirenden Dunsttheile gewöhnlich sehr unbestimmt sind; so ist es um so auffallender und für den Molecular-Zustand des Gestirns um so lehrreicher, daß bei einzelnen Individuen (z. B. bei dem Halley'schen Cometen Ende Januars 1836 am Cap der guten Hoffnung) eine Schärfe der Umrisse in dem parabolischen vorderen Theile des Körpers beobachtet worden ist, welche kaum eine unserer Haufenwolken uns je darbietet. Der berühmte Beobachter am Cap verglich den ungewohnten, von der Stärke gegenseitiger Anziehung der Theilchen zeugenden Anblick mit einem Mabafter-Gefäß, das von innen stark erleuchtet ist ¶).

Seit dem Erscheinen des astronomischen Theils meines Naturgemäldes hat die Cometenwelt ein Ereigniß dargeboten, dessen bloße Möglichkeit man wohl vorher kaum geahndet hatte. Der Biela'sche Comet, ein innerer, von kurzer, 6³/₄jähriger Umlaufszeit, hat sich in zwei Cometen von ähnlicher Gestalt, doch ungleicher Dimension, beide mit Kopf und Schweif, getheilt. Sie haben sich, so lange man sie beobachten konnte, nicht wieder vereinigt, und sind gesondert fast parallel mit einander fortgeschritten. Am 19. Decem-ber 1845 hatte Hind in dem ungetheilten Cometen schon eine Art Protuberanz gegen Norden bemerkt; aber am 21sten war noch (nach Ende's Beobachtung in Berlin) von einer

*) Newton nahm für die glänzendsten Cometen nur von der Sonne reflectirtes Licht an. Splendens Cometae, haet er, luce solis a se reflexa (Princ. mathem. ed. Le Seur et Jacquier 1760 T. III. p. 577).

†) Bessel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.

‡) Kosmos Buch I. S. 51 und Buch III. S. 405.

§) Balz, Essai sur la détermination de la densité de l'éther dans l'espace planétaire 1830 p. 2 und Kosmos Buch I. S. 51. Der so sorgfältig und immer unbefangenen beobachtende Bessel war schon auf die Vergrößerung der Cometenferne mit Zunahme der Entfernung von der Sonne aufmerksam gewesen (Vingré, Cométographie T. II. p. 193) Die Bestimmungen der Durchmesser des Cometen von Ende in der

Sonnennähe sind, wenn man Genauigkeit haben will, sehr schwierig. Der Comet ist eine neblige Masse, in welcher die Mitte oder eine Stelle derselben die hellste, selbst hervorstechend hell ist. Von dieser Stelle aus, die aber nichts von einer Scheibe zeigt und nicht ein Cometenkern genannt werden kann, nimmt ringsum das Licht schnell ab; dabei verlängert sich der Nebel nach einer Seite hin, so daß diese Verlängerung als Schweif erscheint. Die Messungen beziehen sich also auf diesen Nebel, dessen Umfang, ohne eine recht bestimmte Grenze zu haben, im Perihel abnimmt.

¶) Sir John Herschel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope 1847 § 366 Pl. XV und XVI

Trennung nichts zu sehen. Die schon erfolgte Trennung wurde in Nordamerika zuerst am 29. Dec. 1845, in Europa erst um die Mitte und das Ende Januars 1846 erkannt. Der neue, kleinere Comet ging nördlich voran. Der Abstand beider war anfangs 3, später (20. Febr.) nach Otto Struve's interessanter Zeichnung 6 Minuten *). Die Lichtstärke wechselte: so daß der allmählig wachsende Neben-Comet eine Zeit lang den Haupt-Cometen an Lichtstärke übertraf. Die Nebelhüllen, welche jeden der Kerne umgaben, hatten keine bestimmten Umrisse: die des größeren Cometen zeigte sogar gegen SSW eine lichtschwache Anschwellung; aber der Himmelsraum zwischen den beiden Cometen wurde in Pulkowa ganz nebelfrei gesehen †). Einige Tage später hat Lieut. Maury in Washington in einem neunzölligen Münchner Refractor Strahlen bemerkt, welche der größere, ältere Comet dem kleineren, neuen, zusandte: so daß wie eine brückenartige Verbindung eine Zeit lang entstand. Am 24. März war der kleinere Comet wegen zunehmender Lichtschwäche kaum noch zu erkennen. Man sah nur noch den größeren bis zum 16. bis 20. April, wo dann auch dieser verschwand. Ich habe diese wunderbare Erscheinung in ihren Einzelheiten ‡) beschrieben, so weit dieselben haben beobachtet werden können. Leider ist der eigentliche Act der Trennung und der kurz vorhergehende Zustand des älteren Cometen der Beobachtung entgangen. Ist der abgetrennte Comet uns nur unsichtbar geworden wegen Entfernung und großer Lichtschwäche, oder hat er sich aufgelöst? Wird er als Begleiter wieder erkannt werden, und wird der Biela'sche Comet bei anderen Wieder-Erscheinungen ähnliche Anomalien darbieten?

Die Entstehung eines neuen planetarischen Weltkörpers durch Theilung regt natürlich die Frage an: ob in der Unzahl um die Sonne freisender Cometen nicht mehrere durch einen ähnlichen Proceß entstanden sind oder noch täglich entstehen? ob sie durch Retardation, d. h. ungleiche Geschwindigkeit im Umlauf, und ungleiche Wirkung der Störungen nicht auf verschiedene Bahnen gerathen können? In einer, schon früher berührten Abhandlung von Stephen Alexander ist versucht worden, die Genesis der gesammten inneren Cometen durch die Annahme einer solchen, wohl nicht genugsam begründeten Hypothese zu erklären. Auch im Alterthum scheinen ähnliche Vorgänge beobachtet, aber nicht hinlänglich beschrieben worden zu sein. Seneca führt nach einem, wie er freilich selbst sagt, unzuverlässigen Zeugen an, daß der Comet, welcher des Unterganges der Städte Helice und Bura beschuldigt ward, sich in zwei Theile schied. Er setzt spöttisch hinzu: warum hat Niemand zwei Cometen sich zu einem vereinigen sehen ||)? Die chinesischen Astronomen reden von „drei gekuppelten Cometen“, die im Jahre 896 erschienen und zusammen ihre Bahn durchliefen ¶).

Unter der großen Zahl berechneter Cometen sind bisher acht bekannt, deren Umlaufszeit eine geringere Dauer als die Umlaufszeit des Neptun hat. Von diesen acht sind sechs innere Cometen, d. h. solche, deren Sonnenferne kleiner als ein Punkt in der Bahn des Neptun ist: nämlich die Cometen von Ende (Aphel 4,09), de Vico (5,02), Brorsen (5,64), Faye (5,93), Biela (6,19) und d'Arrest (6,44). Den Abstand der Erde von der Sonne = 1 gesetzt, haben die Bahnen aller dieser sechs inneren Co-

*) Wenn man noch später (5. März) den Abstand beider Cometen bis 9° 19' wachsen sah, so war diese Zunahme, wie Plantamour gezeigt hat, nur scheinbar und von der Annäherung zur Erde abhängig. Vom Februar bis 19. März blieben beide Theile des Doppelcometen in gleicher Entfernung von einander.

†) Le 19 février 1846 on aperçoit le fond noir du ciel qui sépare les deux comètes; D. Struve im Bulletin physico-mathématique de l'Acad. des Sciences de St. Pétersbourg T. VI. No. 4.

‡) Vergl. Outlines 2 580-583; Galle in Olbers Cometenbahnen S. 232.

||) „Ephorus non religiosissimae fidei, saepe de-

capitur, saepe decipit. Sicut hic Cometem, qui omnium mortalium oculis custoditus est, quia ingentis rei traxit eventus, cum Helicon et Burin orta suo merserit, ait illum discessisse in duas stellas: quod praeter illum nemo tradidit. Quis enim posset observare illud momentum, quo Cometes solutus et in duas partes redactus est? Quomodo autem, si est qui viderit Cometem in duas dirimi, nemo vidit fieri ex duabus?” Seneca, Nat. Quaest. lib. VII cap. 16.

¶) Eduard Biot, Recherches sur les Comètes de la collection de Ma-tuan-lin in den Comptes rendus T. XX. 1845 p. 334.

meten Aphede, die zwischen Hygiea (3,15) und einer Grenze liegen, welche fast um $1\frac{1}{4}$ Abstände der Erde von der Sonne jenseit Jupiter (5,20) liegt. Die zwei anderen Cometen, ebenfalls von geringerer Umlaufszeit als Neptun, sind der 74jährige Comet von Olbers und der 76jährige Comet von Halley. Diese beide letzten waren bis zum Jahre 1819, in welchem Ende zuerst die Existenz eines inneren Cometen erkannte, unter den damals berechneten Cometen die von der kürzesten Umlaufszeit. Der Olbersche Comet von 1815 und der Halley'sche liegen nach der Entdeckung des Neptun in ihrer Sonnenferne nur 4 und $5\frac{1}{2}$ Abstände der Erde von der Sonne jenseits der Grenze, die sie als innere Cometen würde betrachten lassen. Wenn auch die Benennung: innerer Comet mit der Entdeckung transneptunischer Planeten Aenderungen erleiden kann, da die Grenze, die einen Weltkörper zu einem inneren Cometen macht, veränderlich ist; so hat sie doch vor der Benennung: Cometen kurzer Dauer den Vorzug, in jeder Epoche unseres Wissens von etwas bestimmtem abhängig zu sein. Die jetzt sicher berechneten 6 inneren Cometen variiren allerdings in der Umlaufszeit nur von 3,3 bis 7,4 Jahre; aber wenn die 16jährige Wiederkehr des von Peters am 26. Juni 1846 zu Neapel entdeckten Cometen (des 6ten Cometen des Jahrs 1846, mit einer halben großen Axe von 6,32) sich bestätigte*), so ist vorherzusehen, daß sich allmählig in Hinsicht auf die Dauer der Umlaufszeit Zwischenglieder zwischen den Cometen von Faye und Olbers finden werden. Dann wird es in der Zukunft schwer sein, eine Grenze für die Kürze der Dauer zu bestimmen. Auf der nächsten Seite folgt die Tabelle, in welcher Dr. Galle die Elemente der 6 inneren Cometen zusammengestellt hat.

Es folgt aus der hier gegebenen Uebersicht, daß seit der Erkennung des Endischen†) Cometen als eines inneren im Jahr 1819 bis zur Entdeckung des inneren d'Arrest'schen Cometen kaum 32 Jahre verflossen sind. Elliptische Elemente für den letztgenannten hat auch Ponce de Villarcieu in Schumacher's Astr. Nachr. No. 773 gegeben, und zugleich mit Valz einige Vermuthungen über Identität mit dem von La Hire beobachteten und von Douves berechneten Cometen von 1678 aufgestellt. Zwei andere Cometen, scheinbar auch von fünf- bis sechsjährigem Umlauf, sind der 3te von 1819, von Pons entdeckt und von Ende berechnet; und der 4te von 1819, von Blanpain aufgefunden und nach Clausen identisch mit dem ersten von 1743. Beide können aber noch nicht neben denen aufgeführt werden, welche durch längere Dauer und Genauigkeit der Beobachtungen eine größere Sicherheit und Vollständigkeit der Elemente darbieten.

Die Neigung der inneren Cometenbahnen gegen die Elliptik ist im ganzen klein, zwi-

*) Galle in Olbers Methode der Cometenbahnen S. 232 No. 174. Elliptische Bahnen mit verhältnißmäßig nicht sehr langer Dauer der Umlaufzeiten (ich erinnere an die 3065 und 8800 Jahre der Cometen von 1811 und 1880) bieten daß die Cometen von Colla und Bremser aus den Jahren 1845 und 1840. Sie scheinen Umlaufzeiten von nur 249 und 344 Jahren zu haben. (S. Galle a. a. D. S. 229 und 231.)

†) Die kurze Umlaufszeit von 1204 Tagen wurde von Ende bei dem Wiedererscheinen seines Cometen im Jahr 1819 erkannt. Er ist zuerst berechneten elliptischen Bahnen im Berl. Astron. Jahrbuch für 1822 S. 193, und für die zur Erklärung der beschleunigten Umläufe angemessene Constante des widerstehenden Mittels Ende's vierte Abhandl. in den Schriften der Berliner Akademie aus dem J. 1844. (Bergl. Arago im Annuaire pour 1852 p. 181; in der Lettre à Mr. Alexandre de Humboldt 1840 p. 12, und Galle in Olbers Cometenbahnen S. 221.) Zur Geschichte des Cometen von Ende ist noch hier zu erinnern: daß derselbe, soweit die Kunde der Beobachtungen reicht, zuerst von Méchain den 17. Jan. 1786 an zwei Tagen gesehen wurde; dann von Miß Carolina Herschel den 7.-27. Nov. 1795; darauf von Bouvard, Pons und Guth

den 20. Oct.-19. Nov. 1805; endlich, als zehnte Wiederkehr seit Méchain's Entdeckung im J. 1786, vom 26. Nov. 1818 bis 12. Jan. 1819 von Pons. Die erste von Ende vorausberechnete Wiederkehr wurde von Rümker zu Paramatta beobachtet. (Galle a. a. D. S. 215, 217, 221 und 222.) — Der Biela'sche oder, wie man auch sagt, der Gambart-Biela'sche innere Comet ist zuerst am 8. März 1772 von Montaigne, dann von Pons am 10. Nov. 1805, danach am 27. Febr. 1826 zu Josephstadt in Böhmen von Herrn von Biela und am 9. März zu Marseille von Gambart gesehen. Der frühere Wiederentdecker des Cometen von 1772 ist zweifelsohne Biela und nicht Gambart; dagegen aber hat der Regier (Arago im Annuaire von 1832 p. 184 und in den Comptes rendus T. III. 1836 p. 415) früher als Biela, und fast zugleich mit Clausen, die elliptischen Elemente bestimmt. Die erste vorausberechnete Wiederkehr des Biela'schen Cometen ward im October und December 1832 von Gensdarm im Vorgebirge der guten Hoffnung beobachtet. Die schon erwähnte wunderbare Verdoppelung des Biela'schen Cometen durch Theilung erfolgte bei seiner 11ten Wiederkehr seit 1772, am Ende des Jahres 1845. (S. Galle bei Olbers S. 214, 218, 224, 227 und 232.)

Elemente der inneren Cometen, welche genauer berechnet sind.

	Perihel	h' Perih	Perihel	h' Perih	Perihel	Perihel
Durchgangszeit durch das Perihel in mittlerer Pariser Zeit	1848 Nov. 26.	1844 Sept. 2.	1846 Febr. 25.	1851 Juli 8.	1846 Febr. 10.	1843 Oct. 17.
Ränge des Perihels	2 ^h 55' 56"	11 ^h 33' 57"	9 ^h 8' 1"	16 ^h 57' 23"	23 ^h 51' 36"	3 ^h 42' 16"
Ränge des auffsteigenden Knotens	157° 47' 8"	342° 30' 55"	116° 28' 15"	322° 59' 46"	109° 2' 20"	49° 34' 19"
Neigung gegen die Ekliptik	334 22 12	63 49 17	102 40 58	148 27 20	245 54 39	209 29 19
Halbe große Axe	13 8 36	2 54 50	30 55 53	13 56 12	12 34 53	11 22 31
Perihel-Distanz	2,214814	3,102800	3,146494	3,461846	3,524522	3,811790
Äpheel-Distanz	0,337032	1,186401	0,650103	1,173976	0,856448	1,692579
Excentricität	4,092595	5,019198	5,642884	5,749717	6,192396	5,931001
Gröcentricität	0,847828	0,617635	0,798388	0,660881	0,757003	0,555962
Umlaufzeit in Tagen	1204	1996	2039	2353	2417	2718
Umlaufzeit in Jahren	3,30	5,47	5,58	6,44	6,62	7,44
berechnet von	Gräfe, 21str. Nachr. XXVII. p. 113.	Brünnow, gestirnte Preisschrift, 21str. 1849.	Brünnow, 21str. Nachr. XXX. p. 377.	b'Vetterf., 21str. Nachr. XXXIII. p. 125.	Gyulantmour, 21str. Nachr. XXV. p. 117.	de Vetterf., 21str. Nachr. XXIII p. 196.

schen 3° und 13° ; nur die des Brorsen'schen Cometen ist sehr beträchtlich, und erreicht 31° . Alle bisher entdeckten inneren Cometen haben, wie die Haupt- und Nebenplaneten des gesammten Sonnensystems, eine directe oder rechtläufige Bewegung (von West nach Ost in ihren Bahnen fortschreitend). Sir John Herschel hat auf die größere Seltenheit rückläufiger Bewegung bei Cometen von geringer Neigung gegen die Ekliptik aufmerksam gemacht*). Diese entgegengesetzte Richtung der Bewegung, welche nur bei einer gewissen Classe planetarischer Körper vorkommt, ist in Hinsicht auf die sehr allgemein herrschende Meinung über die Entstehung der zu einem Systeme gehörenden Weltkörper und über primitive Stoß- und Wurfskraft von großer Wichtigkeit. Sie zeigt uns die Cometenwelt, wenn gleich auch in der weitesten Ferne, der Anziehung des Centralkörpers unterworfen, doch in größerer Individualität und Unabhängigkeit. Eine solche Betrachtung hat zu der Idee verleitet, die Cometen für älter †) als alle Planeten, gleichsam für Urformen der sich locker ballenden Materie im Weltraume, zu halten. Es fragt sich dabei unter dieser Voraussetzung: ob nicht trotz der ungeheuren Entfernung des nächsten Fixsterns, dessen Parallaxe wir kennen, vom Aphel des Cometen von 1680 einige der Cometen, welche am Himmelsgewölke erscheinen, nur Durchwanderer unfres Sonnensystemes sind, von einer Sonne zur anderen sich bewegend?

Ich lasse auf die Gruppe der Cometen, als mit vieler Wahrscheinlichkeit zum Sonnengebiete gehörig, den Ring des Lichtes folgen; und auf diesen die Schwärme der Meteor-Asteroiden, die bisweilen auf unsere Erde herabfallen und über deren Existenz als Körper im Weltraume noch keineswegs eine einstimmige Meinung herrscht. Da ich nach dem Vorgange von Chladni, Olbers, Laplace, Arago, John Herschel und Bessel die Aerolithen bestimmt für außerirdischen, kosmischen Ursprungs halte; so darf ich wohl am Schluß des Abschnitts über die Wandelsterne die zuversichtliche Erwartung aussprechen: daß durch fortgesetzte Genauigkeit in der Beobachtung der Aerolithen, Feuerkugeln und Sternschnuppen die entgegengesetzte Meinung eben so verschwinden werde, als die bis zu dem 16ten Jahrhundert allgemein verbreitete über den meteorologischen Ursprung der Cometen es längst ist. Während diese Gestirne schon von der astrologischen Corporation der „Chaldäer in Babylon,“ von einem großen Theile der pythagorischen Schule und von Apollonius dem Myndier für, zu bestimmten Zeiten in langen planetarischen Bahnen wiederkehrende Weltkörper gehalten wurden; erklärten die mächtige antipythagorische Schule des Aristoteles und der von Seneca besrittene Epigenes die Cometen für Erzeugnisse meteorischer Proceße in unserem Luftkreise ‡). Analoge Schwankungen

*) Outlines § 601.

†) Laplace, *Expos. du Système du Monde* p. 396 und 414. Der Laplace'schen speciellen Ansicht von den Cometen als „wandernden Nebelflecken“ (*petites nébuleuses errantes de systèmes en systèmes solaires*) stehen die Fortschritte, welche seit dem Tode des großen Mannes in der Auflöslichkeit so vieler Nebelflecke in gedrängte Sternhaufen gemacht worden sind, mannigfach entgegen; auch der Umstand, daß die Cometen einen Antheil von zurückgeworfenem, polarisirendem Lichte haben, welcher den selbstleuchtenden Weltkörpern mangelt. Vergl. *Rosmos* Buch III. S. 458, 605 u. Anm. **), 506 Anm. *) 510 u. Anm. †).

‡) Zu Babylon in der gelehrten chaldäischen Schule der Astrologen, wie bei den Pythagoreern, und eigentlich bei allen alten Schulen, gab es Spaltung der Meinungen. Seneca (*Nat. Quaest.* VII, 3) führt die einander entgegengesetzten Zeugnisse des Apollonius Myndius und des Epigenes an. Der Letztere gehört zu den selten Genannten; doch beziehet ihn Plinius (VII, 57) als „*gravis auctor in primis*“, wie auch ohne Lob *Senforinus* de die natali cap. 17 und Stob. *Eccl. phys.* I, 29 p. 586 ed. Heeren (vergl. *Robert, Aglaoph.* p. 341). Diodor (XV, 50) glaubt, daß die all-

gemeine und herrschende Ansicht bei den babylonischen Astrologen (den Chaldäern) die war: daß die Cometen zu fest bestimmten Zeiten in ihren sicheren Bahnen wiederkehren. Der Zwiespalt, welcher unter den Pythagoreern über die planetarische Natur der Cometen herrschte, und welchen Aristoteles (*Meteorol.* lib. I cap. 6, 1) und Pseudo-Plutarch (*de plac.* Philo. lib. III cap. 2) andeuten, bezieht sich nach dem Erklaren (*Meteor.* I, 8, 2) auch auf die Natur der Milchstraße, den verlassenen Weg der Sonne oder des gestürzten Phaëton, aus (vergl. *Petronne* in den *Mém. de l'Acad. des Inscriptions* 1839 T. XII. p. 108). Von einigen der Pythagoreer wird die Meinung bei Aristoteles angeführt: daß die Cometen zur Zahl solcher Planeten gehören, die erst nach langer Zeit, wie Merkur, sichtbar werden können, über den Horizont in ihrem Laufe aufsteigen. Bei dem so fragmentarischen Pseudo-Plutarch heißt es: daß sie „zu selbstbestimmten Zeiten nach vollbrachtem Umlaufe aufgehen.“ Vieles in abgehandelten Schriften über die Natur der Cometen Entfaltene ist uns verloren gegangen: von Arrian, den Stobäus benutzte konnte; von Charimanber, dessen bloßer Name sich nur bei Seneca und Pappus erhalten hat. Stobäus führt als Meinung der Chaldäer an (*Melog.*

zwischen kosmischen und tellurischen Hypothesen, zwischen dem Weltraume und der Atmosphäre führen endlich doch zu einer richtigen Ansicht der Naturerscheinungen zurück.

IV.

Ring des Thierkreislichtes.

In unserem formenreichen Sonnensysteme sind Existenz, Ort und Gestalt vieler einzelnen Glieder seit kaum drittehalbhundert Jahren und in langen Zwischenräumen der Zeit allmählig erkannt worden: zuerst die untergeordneten oder *Particular-Systeme*, in denen, dem Hauptsysteme der Sonne analog, geballte kleinere Weltkörper einen größeren umkreisen; dann concentrische Ringe um einen, und zwar den satellitenreichsten, der undichter und äußeren Hauptplaneten; dann das Dasein und die wahrscheinliche materielle Ursache des milden, pyramidal gestalteten, dem unbewaffneten Auge sehr sichtbaren Thierkreislichtes; dann die sich gegenseitig schneidenden, zwischen den Gebieten zweier Hauptplaneten eingeschlossenen, außerhalb der Zodiacal-Zone liegenden Bahnen der sogenannten Kleinen Planeten oder Asteroiden; endlich die merkwürdige Gruppe von inneren Cometen, deren Aphel kleinere als die Aphel des Saturn, des Uranus oder des Neptun sind. In einer kosmischen Darstellung des Weltraumes ist es nöthig, an eine Verschiedenartigkeit der Glieder des Sonnensystems zu erinnern, welche keinesweges Gleichartigkeit des Ursprungs und dauernde Abhängigkeit der bewegenden Kräfte ausschließt.

So groß auch noch das Dunkel ist, welches die materielle Ursach des Thierkreislichtes umhüllt; so scheint doch, bei der mathematischen Gewißheit, daß die Sonnen-Atmosphäre nicht weiter als bis zu $\frac{1}{2}$ des Merkurabstandes reichen könne, die von Laplace, Schubert, Arago, Poisson und Biot vertheidigte Meinung, nach der das Zodiacallicht aus einem dunstartigen, abgeplatteten, frei im Weltraum zwischen der Venus- und Marsbahn kreisenden Ringe ausstrahle, in dem gegenwärtigen sehr mangelhaften Zustande der Beobachtungen die befriedigendste zu sein. Die äußerste Grenze der Atmosphäre hat sich bei der Sonne wie im Saturn (einem untergeordneten Systeme) nur bis dahin ausdehnen können, wo die Attraction des allgemeinen oder partiellen Centralkörpers der Schwerkraft genau das Gleichgewicht hält; jenseits mußte die Atmosphäre nach der Tangente entweichen, und geballt als kugelförmige Planeten und Trabanten, oder nicht geballt zu Kugeln als feste und dunstförmige Ringe den Umlauf fortsetzen. Nach dieser Betrachtung tritt der Ring des Zodiacallichts in die Kategorie planetarischer Formen, welche den allgemeinen Bildungsgesetzen unterworfen sind.

Bei den so geringen Fortschritten, welche auf dem Wege der Beobachtung dieser vernachlässigte Theil unserer astronomischen Kenntnisse macht, habe ich wenig zu dem zuzusetzen, was, fremder und eigener Erfahrung entnommen, ich früher in dem Naturgemälde (Buch I. S. 67-72 und Anmerkungen bis S. 74; Buch III. S. 507) entwickelt habe.

lib. I cap. 25 p. 61, Christ. Plantinus): daß die Cometen eben deshalb so selten und sichtbar bleiben, weil sie in ihrem langen Laufe sich fern von uns in die Tiefen des Aethers (des Weltraumes) verbergen, wie die Fische in den Tiefen des Oceans. Das Anmutigste und, trotz der rhetorischen Färbung, das Gründlichste und mit den jetzigen Meinungen Uebereinstimmendste gehört im Alterthum dem Seneca zu. Wir lesen Nat. Quaest. lib. VII cap. 22, 25 und 31: „Non enim existimo Cometam subitaneum ignem, sed inter aeterna opera naturae. — Quid enim miramur, cometas, tam rarum mundi spectaculum, nondum teneri legibus certis? nec initia illorum finesque patescere, quorum ex ingentibus intervallis recursus est? Nondum sunt anni quingenti, ex quo Graecia

stellis numeros et nomina fecit. Multaeque hodie sunt gentes, quae tantum facie noverint caelum; quae nondum sciant, cur luna deficiat, quare obumbratur. Hoc apud nos quoque nuper ratio ad certum perduxit. Veniet tempus, quo ista, quae nunc latent, in lucem dies extrahat et longioris aevi diligentia. Veniet tempus, quo posteri nostri tam aperta nos nescisse mirentur. — Elensis servat, quod ostendat revisentibus. Rerum natura sacra sua non simul tradit. Initiatos nos credimus; in vestibulo ejus haeremus. Illa arcana non promiscue nec omnibus patent, reducta et in interiore sacrario clausa sunt. Ex quibus aliud haec aetas, aliud quae post nos subibit, dispiciet. Tarde magna proveniunt—“

Wenn 22 Jahre vor Dominique Cassini, dem man gemeinhin die erste Wahrnehmung des Zodiacallichtes zuschreibt, schon Ehlbrey (Caplan des Lords Henry Somerset) in seiner 1661 erschienenen *Britannia Baconica* dasselbe als eine vorher unbeschriebene und von ihm mehrere Jahre lang im Februar und Anfang März gesehene Erscheinung der Aufmerksamkeit der Astronomen empfiehlt; so muß ich (nach einer Bemerkung von Olbers) auch eines Briefes von Rothmann an Tycho erwähnen, aus welchem hervorgeht, daß Tycho schon am Ende des 16ten Jahrhunderts den Zodiacalschein sah und für eine abnorme Frühjahrs-Abenddämmerung hielt. Die auffallend stärkere Licht-Intensität der Erscheinung in Spanien, an der Küste von Valencia und in den Ebenen Neu-Castiliens, hat mich zuerst, ehe ich Europa verließ, zu anhaltender Beobachtung angeregt. Die Stärke des Lichtes, man darf sagen der Erleuchtung, nahm überraschend zu, je mehr ich mich in Südamerika und in der Südsee dem Aequator näherte. In der ewig trocknen, heitern Luft von Cumana, in den Grassteppen (Llanos) von Caracas, auf den Hochebenen von Quito und der mexicanischen Seen, besonders in Höhen von acht- bis zwölftausend Fuß, in denen ich länger verweilen konnte, übertraf der Glanz bisweilen den der schönsten Stellen der Milchstraße zwischen dem Vordertheile des Schiffes und dem Schützen, oder, um Theile unserer Hemisphäre zu nennen, zwischen dem Adler und Schwan.

Im ganzen aber hat mir der Glanz des Zodiacallichtes keineswegs merklich mit der Höhe des Standorts zu wachsen, sondern vielmehr hauptsächlich von der inneren Veränderlichkeit des Phänomens selbst, von der größeren oder geringeren Intensität des Lichtprocesses abzuhängen geschienen: wie meine Beobachtungen in der Südsee zeigen, in welchen sogar ein Gegensein gleich dem bei dem Untergang der Sonne bemerkt ward. Ich sage: hauptsächlich; denn ich verneine nicht die Möglichkeit eines gleichzeitigen Einflusses der Luftbeschaffenheit (größerer und geringerer Diaphanität) der höchsten Schichten der Atmosphäre, während meine Instrumente in den unteren Schichten gar keine oder vielmehr günstige Hygrometer-Veränderungen andeuteten. Fortschritte in unserer Kenntniß des Thierkreislichtes sind vorzüglich aus der Tropengegend zu erwarten, wo die meteorologischen Processe die höchste Stufe der Gleichförmigkeit oder Regelmäßigkeit in der Periodicität der Veränderungen erreichen. Das Phänomen ist dort perpetuirlich; und eine sorgfältige Vergleichung der Beobachtungen an Punkten verschiedener Höhe und unter verschiedenen Localverhältnissen würde mit Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung entscheiden, was man kosmischen Lichtprocessen, was bloßen meteorologischen Einflüssen zuschreiben soll.

Es ist mehrfach behauptet worden, daß in Europa in mehreren auf einander folgenden Jahren fast gar kein Thierkreislicht oder doch nur eine schwache Spur desselben gesehen worden sei. Sollte in solchen Jahren das Licht auch in der Aequinoctial-Zone verhältnißmäßig geschwächt erscheinen? Die Untersuchung müßte sich aber nicht auf die Gestalt nach Angabe der Abstände von bekannten Sternen oder nach unmittelbaren Messungen beschränken. Die Intensität des Lichts, seine Gleichartigkeit oder seine etwanige Intermittenz (Zucken und Flammen), seine Analyse durch das Polariscop wären vorzugsweise zu erforschen. Bereits Arago (*Annuaire pour 1736* p. 298) hat darauf hingedeutet, daß vergleichende Beobachtungen von Dominique Cassini vielleicht klar erweisen würden: „que la supposition des intermittences de la diaphanéité atmosphérique ne saurait suffire à l'explication des variations signalées par cet Astronome.“

Gleich nach den ersten Pariser Beobachtungen dieses großen Beobachters und seines Freundes Jatio de Tuillier zeigte sich Liebe zu ähnlicher Arbeit bei indischen Reisenden (Pater Noël, de Béze und Duhalde); aber vereinzelte Berichte (meist nur schildernd die Freude über den ungewohnten Anblick) sind zur gründlichen Discussion der Ursachen der Veränderlichkeit unbrauchbar. Nicht auf schnellen Reisen auf den sogenannten Weltumsegelungen, wie noch in neuerer Zeit die Bemühungen des thätigen Horner zeigen (Zach,

monatl. Corresp. Bd. X. S. 337—340), können erst zum Zwecke führen. Nur ein mehrjähriger permanenter Aufenthalt in einigen der Tropenländer kann die Probleme veränderter Gestaltung und Licht-Intensität lösen. Daher ist am meisten für den Gegenstand, welcher uns hier beschäftigt, wie für die gesammte Meteorologie von der endlichen Verbreitung wissenschaftlicher Cultur über die Aequinoctial-Welt des ehemaligen spanischen Amerika zu erwarten, da, wo große volkreiche Städte: Cuzco, la Paz, Potosi, zwischen 10700 und 12500 Fuß über dem Meere liegen. Die numerischen Resultate, zu denen Houzeau, auf eine freilich nur geringe Zahl vorhandener genauer Beobachtungen gestützt, hat gelangen können, machen es wahrscheinlich, daß die große Axe. des Zodiacalschein-Ringes eben so wenig mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt, als die Dunsmasse des Ringes, deren Molecular-Zustand uns ganz unbekannt ist, die Erdbahn überschreitet. (Schum. Astr. Nachr. No. 492.)

V.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine.

Seit dem Frühjahr 1845, in dem ich das Naturgemälde oder die allgemeine Uebersicht kosmischer Erscheinungen herausgegeben, sind die früheren Resultate der Beobachtung von Aerolithenfällen und periodischen Sternschnuppenströmen mannigfaltig erweitert und berichtigt worden. Vieles wurde einer strengeren und sorgfältigeren Kritik unterworfen: besonders die, für das Ganze des räthselhaften Phänomens so wichtige Erörterung der Radiation, d. h. der Lage der Ausgangspunkte in den wiederkehrenden Epochen der Sternschnuppenschwärme. Auch ist die Zahl solcher Epochen, von welchen lange die August- und die November-Periode allein die Aufmerksamkeit auf sich zogen, durch neuere Beobachtungen vermehrt worden, deren Resultate einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit darboten. Man ist durch die verdienstvollen Bemühungen, zuerst von Brandes, Benzenberg, Olbers und Bessel; später von Erman, Boguslawski, Quetelet, Feldt, Saigen, Eduard Heis und Julius Schmidt: zu genaueren correspondirenden Messungen übergegangen; und ein mehr verbreiteter mathematischer Sinn hat es schwieriger gemacht, durch Selbsttäuschung einem vorgefaßten Theorem unsichere Beobachtungen anzupassen.

Die Fortschritte in dem Studium der Feuermeteore werden um so schneller sein, als man unpartheisch Thatsachen von Meinungen trennt, die Einzelheiten prüft: aber nicht als ungewiß und schlecht beobachtet alles verwirft, was man jetzt noch nicht zu erklären weiß. Am wichtigsten scheint mir Absonderung der physischen Verhältnisse von den, im ganzen sicherer zu ergründenden, geometrischen und Zahlen-Verhältnissen. Zu der letzteren Classe gehören: Höhe; Geschwindigkeit; Einheit oder Mehrfachheit der Ausgangspunkte bei erkannter Radiation; mittlere Zahl der Feuermeteore in sporadischen oder periodischen Erscheinungen, nach Frequenz auf dasselbe Zeitmaaß reducirt; Größe und Gestaltung, in Zusammenhang mit den Jahreszeiten oder mit den Abständen von der Mitte der Nacht betrachtet. Die Ergründung beider Arten von Verhältnissen, der physischen wie der geometrischen, wird allmählig zu einem und demselben Ziele, zu genetischen Betrachtungen über die innere Natur der Erscheinung, führen.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß wir im ganzen mit den Welträumen und dem, was sie erfüllt, nur in Verkehr stehen durch Licht- und wärmeerregende Schwingungen; wie durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Massen (Weltkörper) nach der Quantität ihrer Körpertheilchen auf unseren Erdball, dessen Oeane und Luftumhüllung ausüben. Die Lichtschwingung, welche von dem kleinsten telescopischen Fixsterne, aus einem auflösliehen Nebelfleck ausgeht, und für die unser Auge empfänglich ist, bringt uns (wie es die sichere Kenntniß von der Geschwindigkeit und Aber-

ration des Lichtes mathematisch darthut) ein Zeugniß von dem ältesten Dasein der Materie*). Ein Licht-Eindruck aus den Tiefen der sterngefüllten Himmelsräume führt uns mittelst einer einfachen Gedankenverbindung über eine Myriade von Jahrhunderten in die Tiefen der Vorzeit zurück. Wenn auch die Licht-Eindrücke, welche Sternschnuppenströme, aerolithen-schleudernde Feuerkugeln oder ähnliche Feuermeteore geben, ganz verschiedener Natur sein mögen: wenn sie sich auch erst entzündten, indem sie in die Erd-Atmosphäre gelangen; so bietet doch der fallende Aerolith das einzige Schauspiel einer materiellen Berührung von etwas dar, das unserem Planeten fremd ist. Wir erstaunen, „metallische und erdige Massen, welche der Außenwelt, den himmlischen Räumen angehören, betasten, wiegen, chemisch zerlegen zu können;“ in ihnen heimische Mineralien zu finden, die es wahrscheinlich machen, wie des schon Newton vermuthete, daß Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern, zu einem Planetensysteme gehören, größtentheils dieselben sind †).

Die Kenntniß von den ältesten, chronologisch sicher bestimmten Aerolithenfällen verbanden wir dem Fleiß der alles registrirenden Chinesen. Solche Nachrichten steigen bis in das Jahr 644 vor unserer Zeitrechnung hinauf: also bis zu den Zeiten des Tyrtaus und des zweiten messenischen Krieges der Spartaner, 176 Jahre vor dem Falle der ungeheuren Meteormasse bei Megos Potamoi. Eduard Biot hat in Ma-tuan-lin, welcher Auszüge aus der astronomischen Section der ältesten Reichs-Annalen enthält, für die Epoche von der Mitte des 7ten Jahrhunderts vor Chr. bis 333 Jahre nach Chr. 16 Aerolithenfälle aufgefunden: während daß griechische und römische Schriftsteller für denselben Zeitraum nur 4 solche Erscheinungen anführen.

Merkwürdig ist es, daß die ionische Schule früh schon, übereinstimmend mit unseren jetzigen Meinungen, den kosmischen Ursprung der Meteorsteine annahm. Der Eindruck, welchen eine so großartige Erscheinung als die bei Megos Potamoi (an einem Punkte, welcher 62 Jahre später durch den, den peloponnesischen Krieg beendigenden Sieg des Lysander über die Athener noch berühmter ward) auf alle hellenische Völkerschaften machte, mußte auf die Richtung und Entwicklung der ionischen Physiologie ‡) einen entscheidenden und nicht genug beachteten Einfluß ausüben. Anaxagoras von Klazomenä war in dem reifen Alter von 32 Jahren, als jene Naturbegebenheit vorfiel. Nach ihm sind die Gestirne von der Erde durch die Gewalt des Umschwunges abgerissene Massen (Plut. de plac. Philos. III, 13). Der ganze Himmel, meint er, sei aus Steinen zusammengesetzt (Plato de legib. XII p. 967). Die steinartigen festen Körper werden durch den feurigen Aether in Gluth gesetzt, so daß sie das vom Aether ihnen mitgetheilte Licht zurückstrahlen. Dieser als der Mond, und noch zwischen ihm und der Erde, bewegen sich, sagt Anaxagoras nach dem Theophrast (Stob. Eclog. phys. lib. I pag. 560), noch andere dunkle Körper, die auch Mondverfinsterungen hervorbringen können (Diog. Laert. II, 12; Origenes, Philosophum. cap. 8). Noch deutlicher, und gleichsam bewegter von dem Eindruck des großen Aerolithenfalles, drückt sich Diogenes von Apollonia, der, wenn er auch nicht ein Schüler des Anaximenes ist ||), doch wahrscheinlich einer Zeitepoche zwischen Anaxagoras und Democritus angehört, über den Weltbau aus. Nach ihm „bewegen sich,“ wie ich schon an einem Orte angeführt, „mit den sichtbaren Sternen auch unsichtbare (dunkle) Steinmassen, die deshalb unbenannt bleiben. Letztere fallen bisweilen auf

*) Der Anblick des gestirnten Himmels bietet uns Ungleichzeitiges dar. Vieles ist längst verschwunden, ehe es uns erreicht; vieles anders geordnet. Kosmos Buch I. S. 77 und Anm., Buch III. S. 425 und Anm. (Vergl. Baco, Nov. Organ. Lond. 1733 p. 371 und Will. Herschel in den Philos. Transact. for 1802 p. 498.)

†) Kosmos Buch I. S. 65 u. Anm. *), u. S. 67.

Sumbolst's Kosmos.

‡) S. die Meinungen der Griechen über die Fälle von Meteorsteinen im Kosmos Buch I. S. 56 Anm., S. 59 Anm., S. 65 und 66 nebst Anmerkungen.

||) Brandis, Gesch. der Griechisch-Röm. Philosophie Th. I. S. 272-277, gegen Schleiermacher in den Abhandl. der Berl. Akad. aus den J. 1804-1811 (Berl. 1815) S. 79-124.

die Erde herab und verlöschen: wie es geschehen ist mit dem steinernen Stern, welcher bei Megos Potamoi gefallen ist.“ (Stob. Eclog. p. 508)*).

Die „Meinung einiger Physiker“ über Feuermeteore (Sternschnuppen und Aerolithen), welche Plutarch im Leben des Lysander (cap. 12) umständlich entwickelt, ist ganz die des cretenischen Diogenes. „Sternschnuppen,“ heißt es dort, „sind nicht Auswürfe und Abflüsse des ätherischen Feuers, welche, wenn sie in unseren Lustkreis kommen, nach der Entzündung erlöschen: sie sind vielmehr Wurf und Fall himmlischer Körper: dergestalt, daß sie durch ein Nachlassen des Schwunges herabgeschleudert werden.“ Von dieser Ansicht des Weltbaues, von der Annahme dunkler Weltkörper, die auf unsere Erde herabfallen, finden wir nichts in den Lehren der alten ionischen Schule, von Thales und Hippo bis zum Empedocles †). Der Eindruck der Naturbegebenheit in der 78ten Olympiade scheint die Ideen des Falles dunkler Massen mächtig hervorgerufen zu haben. In dem späten Pseudo-Plutarch (Plac. II, 13) lesen wir bloß: daß der Milesier Thales „die Gestirne alle für irdische und feurige Körper (γῆσιν καὶ ἐμπύρα)“ hielt. Die Bestrebungen der früheren ionischen Physiologie waren gerichtet auf das Erspähen des Ursprunges der Dinge, des Entstehens durch Mischung, stufenweise Veränderung und Ubergänge der Stoffe in einander; auf die Prozesse des Werdens durch Erstarung oder Verdünnung. Des Umschwunges der Himmelsphäre, „welcher die Erde im Mittelpunkt festhält,“ gedenkt allerdings schon Empedocles als einer wirksam bewegenden kosmischen Kraft. Da in diesen ersten Anklängen physikalischer Theorien der Aether, die Feuerluft, ja das Feuer selbst die Expansivkraft der Wärme darstellt; so knüpfte sich an die hohe Region des Aethers die Idee des treibenden, von der Erde Felsstücke wegrißenden Umschwunges. Daher nennt Aristoteles (Meteorol. I, 339 Bekker) den Aether „den ewig im Lauf begriffenen Körper,“ gleichsam das nächste Substratum der Bewegung; und sucht etymologische Gründe †) für diese Behauptung. Deshalb finden wir in der Biographie des Lysander: „daß das Nachlassen der Schwungkraft den Fall himmlischer Körper verursacht,“ wie auch an einem anderen Orte, wo Plutarch offenbar wieder auf Meinungen des Anaxagoras oder des Diogenes von Apollonia hindeutet (de facie in orbe Lunae pag. 923), er die Behauptung aufstellt: „daß der Mond, wenn seine Schwungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde, wie der Stein in der Schleuder“ †). So sehen wir in diesem Gleichniß nach der Annahme eines centrifugalen Umschwunges, welchen Empedocles in der (scheinbaren) Umdrehung der Himmelskugel erkannte, allmählig als idealen Gegensatz eine

* Wenn Stobäus in derselben Stelle (Eclog. phys. p. 508) dem Apolloniaten zuschreibt, er habe die Sterne himmelsteinartige Körper (also poröse Steine) genannt; so mag die Veranlassung zu dieser Benennung wohl die im Alterthum so verbreitete Idee sein, daß alle Weltkörper durch feuchte Ausdünstungen genährt würden. Die Sonne giebt das Eingekogene wieder zurück. (Aristot. Meteorol. ed. Jelski T. I. p. 509; Seneca, Nat. Quaest. IV, 2.) Die himmelsteinartigen Weltkörper haben ihre eigenen Exhalationen. „Diese, welche nicht gesehen werden können, so lange sie in den himmlischen Räumen umherirren, sind Steine, entzündend sich und verlöschend, wenn sie zur Erde herabfallen.“ (Plut. de plac. Philos. II, 13.) Den Fall von Meteorsteinen hält Plinius (II, 59) für häufig; „de sidera tamen crebro, non erit dubium“; er weiß auch, daß der Fall in heiterer Luft ein Getöse hervorbringt (II, 43). Die analog scheinende Stelle des Seneca, in welcher er den Anaximenes nennt (Nat. Quaest. lib. II, 17) bezieht sich wohl auf den Donner in einer Gewitterwolke.

†) Die merkwürdige Stelle (Plut. Lys. cap. 12) lautet, wörtlich übersetzt, also: „Wahrscheinlich ist die Meinung einiger, die gesagt haben: die Sternschnuppen seien nicht Abflüsse noch Verbreitungen des ätherischen Feuers, welches in der Luft verlösche gleich bei

seiner Entzündung; noch auch Entflammung und Entbrennung von Luft, die sich in Menge abgelöst habe nach der oberen Region: sondern Wurf und Fall himmlischer Körper, welche wie durch einen Nachlaß des Schwunges und eine unregelmäßige Bewegung durch einen Absprung nicht bloß auf den bewohnten Raum der Erde geschleudert werden, sondern meistens theils außerhalb in das große Meer fallen, weßhalb sie auch verborgen bleiben.“

‡) Ueber absolut dunkle Weltkörper oder solche, in denen der Lichtproceß (periodisch?) aufhört, über die Meinungen der Neuern (Laplace und Besse), und über die von Peters in Königsberg bestätigte Bessel'sche Beobachtung einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung des Procyon: s. Kosmos Buch III. S. 485.

§) Vergl. Kosmos Buch III. S. 400 und 401 Anm. *).

¶) Die im Text bezeichnete denkwürdige Stelle des Plutarch (de facie in orbe Lunae p. 923) heißt, wörtlich übersetzt: „Ist doch dem Mond eine Hülfe gegen das Fallen seine Bewegung selbst und das Feststeige des Kreisumlaufes, so wie die in Schleudern gelegten Dinge an dem Umschwung im Kreise ein Hinderniß des Herabfallens haben.“

Centripetalkraft auftreten. Diese Kraft wird eigens und deutlicher bezeichnet von dem scharfsinnigsten aller Erklärer des Aristoteles, Simplicius (pag. 491, Vetter). Er will das Nicht-Herabfallen der Weltkörper dadurch erklären: „daß der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten.“ Dies sind die ersten Ahnungen über wirkende Centralkräfte; und, gleichsam auch die Trägheit der Materie anerkennend, schreibt zuerst der Alexandriner Johannes Philoponus, Schüler des Ammonius Hermiae, wahrscheinlich auch aus dem 6ten Jahrhundert, „die Bewegung der kreisenden Planeten einem primitiven Stöße“ zu, welchen er sinnig (de creatione mundi lib. I cap. 12) mit der Idee des „Falles, eines Strebens aller schweren und leichten Stoffe gegen die Erde,“ verbindet. So haben wir versucht zu zeigen, wie eine große Naturerscheinung und die früheste, rein kosmische Erklärung eines Aerolithenfalles wesentlich dazu beigetragen hat, im griechischen Alterthum stufenweise, aber freilich nicht durch mathematische Gedankenverbindung, die Keime von dem zu entwickeln, was, durch die Geistesarbeit der folgenden Jahrhunderte gefördert, zu den von Huygens entdeckten Gesetzen der Kreisbewegung führte.

Von den geometrischen Verhältnissen der periodischen (nicht sporadischen) Sternschnuppen beginnend, richten wir unsere Aufmerksamkeit vorzugweise auf das, was neuere Beobachtungen über die Radiation oder die Ausgangspunkte der Meteore, und über ihre ganz planetarische Geschwindigkeit offenbart haben. Beides, Radiation und Geschwindigkeit, charakterisirt sie mit einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit als leuchtende Körper, die sich als unabhängig von der Rotation der Erde zeigen, und von außen, aus dem Weltraume, in unsere Atmosphäre gelangen. Die nordamerikanischen Beobachtungen der November-Periode bei den Sternschnuppenfällen von 1833, 1834 und 1837 hatten als Ausgangspunkt den Stern γ Leonis bezeichnen lassen; die Beobachtungen des August-Phänomens im Jahr 1839 Algol im Perseus, oder einen Punkt zwischen dem Perseus und dem Stier. Es waren diese Radiations-Centra ohngefähr die Sternbilder, gegen welche hin sich etwa in derselben Epoche die Erde bewegte*). Saigey, der die amerikanischen Beobachtungen von 1833 einer sehr genauen Untersuchung unterworfen hat, bemerkt: daß die fixe Radiation aus dem Sternbild des Löwen eigentlich nur nach Mitternacht, in den letzten 3 bis 4 Stunden vor Anbruch des Tages, bemerkt worden ist; daß von 18 Beobachtern zwischen der Stadt Mexico und dem Huronen-See nur 10 denselben allgemeinen Ausgangspunkt der Meteore erkannten †), welchen Denison Umsied, Professor der Mathematik in New-Haven (Massachusetts), angab.

Die vortreffliche Schrift des Oberlehrers Eduard Heis zu Aachen, welche, zehn Jahre lang von ihm selbst angestellte, sehr genaue Beobachtungen über periodische Sternschnuppen in gebrängter Kürze darbietet, enthält Resultate der Radiations-Erscheinungen, welche um so wichtiger sind, als der Beobachter sie mit mathematischer Strenge discutirt hat. Nach ihm ‡) „ist es eigenthümlich für die Sternschnuppen der November-Periode, daß die Bahnen mehr zerstreut sind als die der August-Periode. In jeder der beiden Perioden sind die Ausgangspunkte gleichzeitig mehrfach gewesen; keinesweges immer von demselben Sternbilde ausgehend, wie man seit dem Jahre 1833 voreilig anzunehmen geneigt war.“ Heis findet in den August-Perioden der Jahre 1839, 1841, 1842, 1843, 1844, 1847 und 1848 neben dem Hauptausgangspunkt des Algol im Perseus noch zwei andere: im Drachen und im Nordpol§). „Um genaue Resultate über die Ausgangspunkte der Sternschnuppen-

*) Kosmos Buch I. S. 58.

†) Coulvier-Gravier und Saigey, Recherches sur les Etoiles filantes 1847 p. 69-36.

‡) „Die periodischen Sternschnuppen und die Resultate der Erscheinungen, abgeleitet aus den während der letzten 10 Jahre zu Aachen angestellten Beob-

achtungen, von Eduard Heis“ (1849) S. 7 und 26-30.

§) Die Angabe des Nordpols als Centrums der Radiation in der August-Periode gründet sich nur auf die Beobachtungen des einzigen Jahres 1839 (10. August). Ein Reisender im Orient, Dr. Asafel Grant, meldet

Bahnen in der November-Periode für die Jahre 1839, 1841, 1846 und 1847 zu ziehen, wurden für einen jeden der 4 Punkte (Perseus, Löwe, Cassiopeja und Drachenkopf) einzeln die zu demselben gehörigen Mittelbahnen auf eine 30zöllige Himmelskugel aufgezichnet, und jedesmal die Lage des Punktes ermittelt, von welchem die meisten Bahnen ausgingen. Die Untersuchung ergab, daß von 407 der Bahnen nach verzeichneten Sternschnuppen 171 aus dem Perseus nahe beim Sterne γ im Medusenbaupte, 83 aus dem Löwen, 35 aus der Cassiopeja in der Nähe des veränderlichen Sternes α , 40 aus dem Drachenkopfe, volle 78 aber aus unbestimmten Punkten kamen. Die Zahl der aus dem Perseus ausstrahlenden Sternschnuppen betrug also fast doppelt so viel als die des Löwen*)."

Die Radiation aus dem Perseus hat sich demnach in beiden Perioden als ein sehr merkwürdiges Resultat erwiesen. Ein scharfsinniger, acht bis zehn Jahre mit den Meteor-Phänomenen beschäftigter Beobachter, Julius Schmidt, Adjunct an der Sternwarte zu Bonn, äußert sich über diesen Gegenstand mit großer Bestimmtheit in einem Briefe an mich (Juli 1851): „Abstrahire ich von den reichen Sternschnuppenfällen im November 1833 und 1834, so wie von einigen späteren der Art, wo der Punkt im Löwen ganze Schaaren von Meteoriten ausandte; so bin ich gegenwärtig geneigt, den Perseus-Punkt als denjenigen Convergenzpunkt zu betrachten, welcher nicht bloß im August, sondern das ganze Jahr hindurch die meisten Meteore liefert. Dieser Punkt liegt, wenn ich die aus 478 Beobachtungen von Heis ermittelten Werthe zum Grunde lege, in $RA. 50^{\circ}3$ und $Decl. 51^{\circ}5$ (gültig für 1844,6). Im Nov. 1849 (7ten—14ten) sah ich ein paar hundert Sternschnuppen mehr, als ich seit 1841 je im Nov. bemerkt hatte. Von diesen kamen im ganzen nur wenige aus dem Löwen, bei weitem die meisten gehörten dem Sternbild des Perseus an. Daraus folgt, wie mir scheint, daß das große November-Phänomen von 1799 und 1833 damals (1841 nicht erschienen ist. Auch glaubte Olbers an eine Periode von 34 Jahren für das Maximum der November-Erscheinung (Kosmos Buch I. S. 62). Wenn man die Richtungen der Meteor-Bahnen in ihrer ganzen Complication und periodischen Wiederkehr betrachtet: so findet man, daß es gewisse Radiationspunkte giebt, die immer vertreten sind; andere, die nur sporadisch und wechselnd erscheinen.“

Ob übrigens die verschiedenen Ausgangspunkte mit den Jahren sich ändern: was, wenn man geschlossene Ringe annimmt, eine Veränderung in der Lage der Ringe andeuten würde, in welchen die Meteore sich bewegen; läßt sich bis jetzt nicht mit Sicherheit aus den Beobachtungen bestimmen. Eine schöne Reihe solcher Beobachtungen von Houzeau (aus den Jahren 1839 bis 1842) scheint gegen eine progressive Veränderung zu zeugen †). Daß man im griechischen und römischen Alterthum schon auf eine gewisse temporäre Gleichförmigkeit in der Richtung der am Himmelsgewölbe hinschießenden Sternschnuppen aufmerksam gewesen ist, hat sehr richtig Eduard Heis ‡) bemerkt. Jene Richtung wurde

aus Marbin in Mesopotamien: „daß um Mitternacht der Himmel von Sternschnuppen, welche alle von der Gegend des Polarsterns ausgingen, wie gefürcht war.“ (Heis S. 23, nach einem Briefe Herrick's an DuRoi und Grant's Tagebuch.)

*) Es hatte aber dieses Uebergewicht des Ausgangspunktes des Perseus über den des Löwen noch kein Beweis statt bei den Bremer Beobachtungen der Nacht vom 13.—14. Nov. 1838. Ein sehr geübter Beobachter, Moswintzel, sah bei einem reichen Sternschnuppen-Falle fast sämtliche Bahnen aus dem Löwen und dem südlichen Theile des Großen Bären ausgehen, während in der Nacht vom 12.—13. Nov. bei einem nur wenig ärmeren Sternschnuppen-Falle bloß 4 Bahnen von dem Löwen ausgingen. Olbers (Schum. Astr. Nachr. No. 372) setzt sehr bedeutsam hinzu: „Die Bahnen in dieser Nacht zeigten unter sich nichts Paralleles, keine Beziehung auf den Löwen; und (wegen des Mangels

an Parallelismus) schienen sie zu den sporadischen und nicht zu den periodischen zu gehören. Das eigentliche November-Phänomen war aber freilich nicht an Glanz mit denen der Jahre 1798, 1832 und 1833 zu vergleichen.“

†) Saigey p. 151, und über Erman's Bestimmung der den Radiations- oder Ausgangspunkten diametral entgegengesetzten Convergenz-Punkte p. 125—129.

‡) Heis, period. Sternschn. S. 6. (Vergl. Aristot. Problem. XXVI, 23; Seneca, Nat. Quaest. lib. I. 14: „ventum significat stellarum discurrentium lapsus, et quidem ab ea parte, qua erumpit.“) Ich selbst habe lange, besonders während meines Aufenthaltes in Marseille zur Zeit der ägyptischen Expedition, an den Einfluß der Winde auf die Richtung der Sternschnuppen geglaubt.

damals als Folge eines in den höheren Luftregionen bereits wehenden Windes betrachtet, und verkündigte den Schiffenden einen bald aus derselben Weltgegend eintretenden und herabsteigenden Luftstrom in der niedrigeren Region.

Wenn die periodischen Sternschnuppenströme sich von den sporadischen schon durch häufigen Parallelismus der Bahnen, strahlend aus einem oder mehreren Ausgangspunkten, unterscheiden; so ist ein zweites Criterium derselben das numerische: die Menge der einzelnen Meteore, auf ein bestimmtes Zeitmaass zurückgeführt. Wir kommen hier auf die vielbeschränkte Aufgabe der Unterscheidung eines außerordentlichen Sternschnuppenfalles von einem gewöhnlichen. Als Mittelzahl der Meteore, welche in dem Gesichtskreis einer Person an nicht außerordentlichen Tagen stündlich zu rechnen sind, gab von zwei vortrefflichen Beobachtern, Olbers und Quetelet, der eine 5 bis 6, der andere 8 Metcore an*). Zur Erörterung dieser Frage, welche so wichtig als die Bestimmung der Bewegungsgesetze der Sternschnuppen in Hinsicht auf ihre Richtung ist, wird die Discussion einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen erfordert. Ich habe mich deshalb mit Vertrauen an den schon oben genannten Beobachter, Herrn Julius Schmidt zu Bonn, gewandt, der, lange an astronomische Genauigkeit gewöhnt, mit der ihm eignen Lebendigkeit das Ganze des Meteor-Phänomens umfaßt: von welchem die Bildung der Aerolithen und ihr Herabstürzen zur Erde ihm nur eine einzelne, die seltenste, und darum nicht die wichtigste Phase zu sein scheint. Folgendes sind die Hauptresultate der erbetenen Mittheilungen†).

„Als Mittelzahl von vielen Jahren der Beobachtung (zwischen 3 und 8 Jahren) ist für die Erscheinung sporadischer Sternschnuppen ein Fall von 4 bis 5 in der Stunde gefunden worden. Das ist der gewöhnliche Zustand, wenn nichts Periodisches eintritt. Die Mittelzahlen in den einzelnen Monaten geben sporadisch für die Stunde:

Januar 3,4; Februar —; März 4,9; April 2,4; Mai 3,9; Juni 5,3; Juli 4,5; August 5,3; September 4,7; October 4,5; November 5,3; December 4,0.

Bei den periodischen Meteorfällen kann man im Mittel in jeder Stunde über 13 oder 15 erwarten. Für eine einzelne Periode, die des August, den Strom des heil. Laurentius, ergaben sich vom Sporadischen zum Periodischen folgende allmälige Zunahmen im Mittel von 3 bis 8 Jahren der Beobachtung:

Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:	Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:
6. August	6	1	10. August	31	6
7. "	11	3	11. "	19	5
8. "	15	4	12. "	7	3
9. "	29	8			

Das letzte Jahr, 1851, also ein einzelnes, gab für die Stunde, trotz des hellen Mondscheins:

am 7. August	3 Meteore.	am 10. August	18 Meteore.
8. "	8 "	11. "	3 "
9. "	16 "	12. "	1 "

(Nach Heis wurden beobachtet am 10. August:

1839 in 1 Stunde	160 Meteore.
1841	43 "
1848	50 "

In 10 Minuten fielen 1842 im August-Meteorstrome zur Zeit des Maximums 34 Sternschnuppen.) Alle diese Zahlen beziehen sich auf den Gesichtskreis Eines Beobachters. Seit dem Jahre 1838 sind die November-Fälle weniger glänzend. (Am 12. Nov. 1839 zählte jedoch Heis noch stündlich 22 bis 35 Meteore, eben so am 13. Nov. 1846 im Mittel 27 bis 33.) So verschieden ist der Reichthum in den periodischen Strömen der einzelnen

*) Kosmos Buch I. S. 55 Anm. †).

†) Alles, was von hier an im Texte durch Anführungszeichen unterschieden ist, verdanke ich der freundlichen Mittheilung des Herrn Julius Schmidt, Adjuncten an der Sternwarte zu Bonn. Ueber dessen frühere Arbeiten von 1842-1844 s. S a i t e y p. 159.

Jahre; aber immer bleibt die Zahl der fallenden Meteore beträchtlich größer als in den gewöhnlichen Nächten: welche in der Stunde nur 4 bis 5 sporadische Fälle zeigen. Im Januar (vom 4ten an zu rechnen), im Februar und im März scheinen die Meteore überhaupt am seltensten zu sein *).

„Obgleich die August- und die November-Periode mit Recht die berufensten sind, so hat man doch, seitdem die Sternschnuppen der Zahl und der parallelen Richtung nach mit größerer Genauigkeit beobachtet werden, noch fünf andere Perioden erkannt:

Januar: in den ersten Tagen, zwischen dem 1sten und 3ten; wohl etwas zweifelhaft.

April: 18te oder 20ste? schon von Arago vermuthet. (Große Ströme: 25. April 1095, 22. April 1800, 20. April 1803; Kosmos Buch I. S. 61 Anm. †), *Annuaire pour 1836 p. 297.*)

Mai: 26ste?

Juli: 26ste bis 30ste; Quetelet. Maximum eigentlich zwischen 27. und 29. Juli. Die ältesten chinesischen Beobachtungen gaben dem, leider! früh hingeschiedenen Etuward Biot ein allgemeines Maximum zwischen 18. und 27. Juli.

August, aber vor dem Laurentius-Strome, besonders zwischen dem 2ten und 5ten des Monats. Man bemerkt vom 26. Juli bis 10. August meist keine regelmäßige Zunahme.

—, Laurentius-Strom selbst; Musschenbroek und Brandes (Kosmos Buch I. S. 61 und Anm. †). Entschieden Maximum am 10. August; seit vielen Jahren beobachtet. (Einer alten Tradition gemäß, welche in Thessalien in den Gebirgsgegenden um den Pelion verbreitet ist, öffnet sich während der Nacht des Festes der Transfiguration, am 6. August, der Himmel, und die Lichter, *καὶ ἀγνῆτα*, erscheinen mitten in der Doffnung; Herriek in Silliman's Amer. Journal Vol. 37. 1839 p. 337 und Quetelet in den *Nouv. Mém. de l'Acad. de Bruxelles T. XV. p. 9.*)

October: der 19te und die Tage um den 26sten; Quetelet, Boguslawski in den „Arbeiten der schles. Gesellschaft für vaterl. Cultur“ 1843 S. 178, und Heis S. 33. Vesterer stellt Beobachtungen vom 21. Oct. 1766, 18. Oct. 1838, 17. Oct. 1841, 24. Oct. 1845, 11—12 Oct. 1847 und 20—26 Oct. 1848 zusammen. (S. über drei October-Phänomene in den Jahren 902, 1202 und 1366 Kosmos Buch I. S. 63 und Anm.) Die Vermuthung von Boguslawski: daß die chinesischen Meteorströme vom 18—27. Juli und der Sternschnuppenfall vom 21. Oct. (a. St.) 1366 die, jetzt vorgeführten August- und November-Perioden seien, verliert nach den vielen neueren Erfahrungen von 1838—1848 viel von ihrem Gewicht †).

November: 12te—14te, sehr selten der 8te oder 10te. Der große Meteorfall von 1799 in Cumana vom 11—12. Nov., welchen Bonpland und ich beschrieben haben, gab in so fern Veranlassung, an, zu bestimmten Tagen periodisch wieder-

*) Ich habe jedoch selbst am 16. März 1803 einen beträchtlichen Sternschnuppenfall in der Südsee (Br. 13⁰ 1/2 N.) beobachtet. Auch 687 Jahre vor unserer christlichen Zeitrechnung wurden in China zwei Meteorströme im Monat März gesehen. Kosmos Buch I. S. 63.

†) Ein ganz ähnlicher Sternschnuppenfall, als Boguslawski der Sohn für 1366 Oct. 21 (a. St.) in Benesse de Gordovic, Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefunden (Kosmos Buch I. S. 63), ist weitläufig in dem berühmten historischen Werke von Duarte Nunes do Leão (Chronica dos Reis de Portugal reformadas Parte I. Lisb. 1600 fol. 187) beschrieben, aber auf die Nacht vom 22. zum 23. Oct. (a. St.) verlegt. Sind es zwei Ströme, in Böhmen und am Tajo gesehen, oder hat einer der Chronikenschreiber sich um einen Tag geirrt? Folgendes sind die Worte des portu-

giesischen Historikers: „Vindo o anno de 1366, sendo adados XXII. dias do mes de Outubro, tres meses antes do fallecimento del Rei D. Pedro (de Portugal), se fez no ceo hum movimento de estrellas, qual os homens não virão nem ouvirão. E foi que desda mea noite por diante correrão todalas strelas do Levante para o Ponente, e acabado de serem juntas começaram a correr humas para huma parte e outras para outra. E depois descerão do ceo tantas e tam spessas, que tanto que forão baxas no ar, parecião grandes fogueiras, e que o ceo e o ar ardão, e que a mesma terra queria arder. O ceo parecia partido em muitas partes, alli onde strelas não stavão. E isto durou per muito spaço. Os que isto vião, houverão tam grande medo e pavor, que stavão como attonitos, e cuidavão todos de ser mortos, e que era vinda a fim do mundo.“

lehrende Erscheinungen zu glauben, als man bei dem ähnlichen großen Meteorfall von 1833 (Nov. 12—13.) sich der Erscheinung vom Jahre 1799 erinnerte*).

December: 9te—12te; aber 1798 nach Brandes Beobachtung Dec. 6—8., Heis in New-Haven 1838 Dec. 7—8., Heis 1847 Dec. 8. und 10.

Nacht bis neun Epochen periodischer Meteorströme, von denen die letzteren 5 die sicherer bestimmten sind, werden hier dem Fleiß der Beobachter empfohlen. Die Ströme verschiedener Monate sind nicht allein unter einander verschieden, auch in verschiedenen Jahren wechseln auffallend die Reichhaltigkeit und der Glanz desselben Stromes."

"Die obere Grenze der Höhe der Sternschnuppen ist mit Genauigkeit nicht zu ermitteln, und Olbers hielt schon alle Höhen über 30 Meilen für wenig sicher bestimmt. Die untere Grenze, welche man vormals (Kosmos Buch I. S. 58) gewöhnlich auf 4 Meilen (über 21000 Fuß) setzte, ist sehr zu verringern. Einzelne steigen nach Messungen fast bis zu den Gipfeln des Chimborazo und Aconcagua, bis zu einer geographischen Meile über der Meeresfläche, herab. Dagegen bemerkt Heis, daß eine am 10. Juli 1837 gleichzeitig in Berlin und Breslau gegebene Sternschnuppe nach genauer Berechnung beim Aufleuchten 62 Meilen und beim Verschwinden 42 Meilen Höhe hatte; andere verschwanden in derselben Nacht in einer Höhe von 14 Meilen. Aus der ältern Arbeit von Brandes (1823) folgt, daß von 100 an zwei Standpunkten wohl gemessenen Sternschnuppen 4 eine Höhe hatten von nur 1—3 Meilen, 15 zwischen 3 und 6 M., 22 von 6—10 M., 35 (fast $\frac{1}{3}$) von 10—15 M., 13 von 10—20 M.; und nur 11 (also kaum $\frac{1}{10}$) über 20 M., und zwar zwischen 45 und 60 Meilen. Aus 4000 in 9 Jahren gesammelten Beobachtungen ist in Hinsicht auf die Farbe der Sternschnuppen geschlossen worden: daß $\frac{2}{3}$ weiß, $\frac{1}{7}$ gelb, $\frac{1}{17}$ gelbroth, und nur $\frac{1}{37}$ grün sind."

Olbers meldet: daß während des Meteorfalls in der Nacht vom 12. zum 13. November im Jahr 1838 in Bremen sich ein schönes Nordlicht zeigte, welches große Strecken am Himmel mit lebhaftem blutrothen Lichte färbte. Die durch diese Region hinschießenden Sternschnuppen bewahrten ungetrübt ihre weiße Farbe: woraus man schließen kann, daß die Nordlichtsstrahlen weiter von der Oberfläche der Erde entfernt waren als die Sternschnuppen da, wo sie im Fallen unsichtbar wurden. (Schum. Astr. Nachr. No. 372 S. 178.) Die relative Geschwindigkeit der Sternschnuppen ist bisher zu $4\frac{1}{2}$ bis 9 geogr. Meilen in der Secunde geschätzt worden, während die Erde nur eine Translations-Geschwindigkeit von 4,1 Meilen hat (Kosmos Buch I. S. 58 und Anm.). Correspondirende Beobachtungen von Julius Schmidt in Bonn und Heis in Aachen (1849) gaben in der That als Minimum für eine Sternschnuppe, welche 12 Meilen senkrecht über St. War

*) Es hätten der Zeit nach nähere Vergleichungs-Epochen angeführt werden können, wenn man sie damals gesamt hätte: z. B. die von Kleen 1823 Nov. 12—13 in Petersburg, die von Bérard 1831 Nov. 12—13 an der spanischen Küste und die von Graf Sudeln zu Drenburg 1832 Nov. 12—13 beobachteten Meteorströme (Kosmos Buch I. S. 60 und Schum. Astr. Nachr. No. 303 S. 242). Das große Phänomen vom 11. und 12. Nov. 1799, welches wir, Bonpland und ich, bestrichen haben (Voyage aux Régions équinoxiales livre IV chap. 10, T. IV. p. 34—53 ed. in 8°), dauerte von 2 bis 4 Uhr Morgens. Auf der ganzen Reise, welche wir durch die Waldregion des Orinoco südlich bis zum Rio Negro machten, fanden wir, daß der ungeheure Meteorfall von den Missionaren gesehen und zum Theil in Kirchenbüchern aufgezeichnet war. Im Labrador und Grönland hatte er die Estimos bis Nadenau und Neu-Herrnbut (Br. 64° 14') in Erstaunen versetzt. Zu Jüterstedt bei Weimar sah der Prediger Jeising das, was zugleich unter dem Aequator und nahe am nördlichen Polarkreis in Amerika sichtbar war. Da die Periodicität des St. Laurentius-Stromes (10. Aug.) erst weit später die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat,

als das November-Phänomen, so habe ich mit Sorgfalt alle mir bekannte genau beobachtete und beträchtliche Sternschnuppenfälle vom 12.—13. Nov. bis 1846 zusammengefaßt. Es sind deren fünfzehn: 1799, 1818, 1822, 1823; 1831—1839, alle Jahre; 1841 und 1846. Ich schließe die Meteorfälle aus, welche um mehr als einen oder zwei Tage abweichen: wie 10. Nov. 1787, 8. Nov. 1813. Eine solche fest auf einzelne Tage gefesselte Periodicität ist um so wunderbarer, als Körper von so wenig Masse so leicht Störungen ausgesetzt sind, und die Breite des Ringes, in welchen man sich die Meteore eingeschlossen vorstellt, in der Erdbahn mehrere Tage umfassen kann. Die glänzendsten November-Ströme sind gewesen 1799, 1831, 1833; 1834. (Wo in meiner Beschreibung der Meteore von 1799 den größten Holiden oder Feuerfugeln ein Turdmeßer von 1° und $1^{\circ}4$ zugeschrieben wird, hätte es 1 und $1\frac{1}{4}$ Mond-Durchmesser heißen sollen.) Es ist hier auch der Ort, der Feuerfugeln zu erwähnen, welche die besondere Aufmerksamkeit des Directors der Sternwarte von Toulouse, Herrn Petit, auf sich gezogen, und deren Umlauf um die Erde er berechnet hat. Comptes rendus 9 Août 1847 und Schum. Astr. Nachr. No. 701 S. 71.

stand und über den Lacher See hinwegschuß, nur $3\frac{1}{2}$ Meile. Nach anderen Vergleichen derselben Beobachter und Houzeau's in Mons wurde die Geschwindigkeit von 4 Sternschnuppen zwischen $11\frac{1}{2}$ und $23\frac{3}{4}$ M. in der Secunde, also 2- bis 5mal so groß als die planetarische der Erde, gefunden. Dieses Resultat beweist wohl am kräftigsten den kosmischen Ursprung neben der Stetigkeit des einfachen oder mehrfachen Radiationspunktes: d. h. neben dem Umstand, daß periodische Sternschnuppen, unabhängig von der Rotation der Erde, in der Dauer mehrerer Stunden von demselben Sterne ausgehen, wenn auch dieser Stern nicht der ist, gegen welchen die Erde zu derselben Zeit sich bewegt. Im ganzen scheinen sich nach den vorhandenen Messungen Feuerkugeln langsamer als Sternschnuppen zu bewegen; aber immer bleibt es auffallend, daß, wenn die ersteren Meteorsteine fallen lassen, diese sich so wenig tief in den Erdboden einsenken. Die, 276 Pfund wiegende Masse von Ensisheim im Elsaß war (7. Nov. 1492) nur 3 Fuß, eben so tief der Aerolith von Braunau (14. Juli 1847) eingedrungen. Ich kenne nur zwei Meteorsteine, welche bis 6 und 18 Fuß den lockeren Boden aufgewühlt haben; so der Aerolith von Castrovillari in den Abruzzern (9. Febr. 1583) und der von Grabschina im Agramer Comitatz (26. Mai 1751).

Ob je etwas aus den Sternschnuppen zur Erde gefallen, ist vielfach in entgegengezettem Sinne erörtert worden. Die Strohdächer der Gemeinde Belmont (Departement de l'Ain, Arrondissement Belley), welche in der Nacht von 13 Nov. 1835, also zu der Epoche des bekannten November-Phänomens, durch ein Meteor angezündet wurden, erhielten das Feuer, wie es scheint, nicht aus einer fallenden Sternschnuppe, sondern aus einer zerspringenden Feuerkugel, welche (problematisch gebliebene) Aerolithen soll haben fallen lassen, nach den Berichten von Millet d'Aubenton. Ein ähnlicher Brand, durch eine Feuerkugel veranlaßt, entstand den 22. März 1846 um 3 Uhr Nachmittags in der Commune de St. Paul bei Bagnère de Luchon. Nur der Steinfall in Angers (am 9. Juni 1822) wurde einer bei Poitiers gesehenen schönen Sternschnuppe beigegeben. Das nicht vollständig genug beschriebene Phänomen verdient die größte Beachtung. Die Sternschnuppe glich ganz den sogenannten römischen Lichtern in der Feuerwerkerei. Sie ließ einen geraden Strich zurück, nach oben sehr schmal, nach unten sehr breit, und von großem Glanze, der 10 bis 12 Minuten dauerte. Siebzehn Meilen nördlich von Poitiers fiel unter heftigen Detonationen ein Aerolith.

Verbrennt immer alles, was die Sternschnuppen enthalten, in den äußersten Schichten der Atmosphäre, deren strahlenbrechende Kraft die Dämmerungs-Erscheinungen darthun? Die, oben erwähnten, so verschiedenen Farben während des Verbrennungs-Processes lassen auf chemische, stoffartige Verschiedenheit schließen. Dazu sind die Formen jener Feuermeteore überaus wechselnd; einige bilden nur phosphorische Linien, von solcher Feinheit und Menge, daß Forster im Winter 1832 die Himmelsdecke dadurch wie von einem schwachen Schimmer erleuchtet *) sah. Viele Sternschnuppen bewegen sich bloß als leuchtende Punkte und lassen gar keinen Schweif zurück. Das Abbrennen bei schnellem oder langsamerem Verschwinden der Schweife, die gewöhnlich viele Meilen lang sind, ist um so merkwürdiger, als der brennende Schweif bisweilen sich krümmt, und sich wenig fortbewegt. Das stundenlange Leuchten des Schweifes einer längst verschwundenen Feuerkugel, welches Admiral Krusenstern und seine Begleiter auf ihrer Weltumseglung beobachteten, erinnert lebhaft an das lange Leuchten der Wolke, aus welcher der große Aerolith von Megos Potamos soll herabgefallen sein: nach der, freilich wohl nicht ganz glaubwürdigen Erzählung des Damachos (Kosmos Buch I. Ann. S. 55, 56 und 65).

Es giebt Sternschnuppen von sehr verschiedener Größe, bis zum scheinbaren Durchmesser des Jupiter oder der Venus anwachsend; auch hat man in dem Sternschnuppensalle von Toulouse (10. April 1812) und bei einer am 23. August desselben Jahres in Utrecht be-

*) Forster, Mémoire sur les Etoiles filantes p. 31.

obachteten Feuerfugeln diese wie aus einem leuchtenden Punkte sich bilden, sternartig aufschließen und dann erst zu einer mondgroßen Sphäre sich ausdehnen gesehen. Bei sehr reichen Meteorfällen, wie bei denen von 1799 und 1833, sind unbezweifelt viele Feuerfugeln mit Tausenden von Sternschnuppen gemengt gewesen; aber die Identität beider Arten von Feuermeteoriten ist doch bisher keinesweges erwiesen. Verwandtschaft ist nicht Identität. Es bleibt noch vieles zu erforschen über die physischen Verhältnisse beider; über die vom Admiral Wrangel *) an den Küsten des Eismeres beobachtete Einwirkung der Sternschnuppen auf Entwicklung des Polarlichtes; und auf so viele unbestimmt beschriebene, aber darum nicht vorzüglich zu negirende Lichtprocesse, welche der Entstehung einiger Feuerfugeln vorhergegangen sind. Der größere Theil der Feuerfugeln erscheint unbegleitet von Sternschnuppen und zeigt keine Periodicität der Erscheinung. Was wir von den Sternschnuppen wissen in Hinsicht auf die Radiation aus bestimmten Punkten, ist für jetzt nur mit Vorsicht auf Feuerfugeln anzuwenden.

Meteorsteine fallen, doch am seltensten, bei ganz klarem Himmel, ohne daß sich vorher eine schwarze Meteorwolke erzeugt, ohne irgend ein gesehenes Lichtphänomen, aber mit furchtbarem Krachen, wie am 10. Sept. 1843 bei Klein-Wenden unweit Mühlhausen; oder sie fallen, und dies häufiger, geschleudert aus einem plötzlich sich bildenden dunkeln Gewölk, von Schallphänomenen begleitet, doch ohne Licht; endlich, und so wohl am häufigsten, zeigt sich der Meteorstein-Fall in nahem Zusammenhange mit glänzenden Feuerfugeln. Von diesem Zusammenhange liefern wohlbeschriebene und ununbezeugende Beispiele die Steinfälle von Barbotan (Dep. des Landes) den 24. Juli 1790, mit gleichzeitigem Erscheinen einer rothen Feuerfugel und eines weißen Meteorwölkchens †), aus dem die Aerolithen fielen; der Steinfall von Benares in Hindostan (13. Dec. 1798); der von Nigle (Dep. de l'Orne) am 26. April 1803. Die letzte der hier genannten Erscheinungen, — unter allen diejenige, welche am sorgfältigsten (durch Biot) untersucht und beschrieben ist —, hat endlich, 23 Jahrhunderte nach dem großen thracischen Steinfall, und 300 Jahre nachdem ein Frate zu Crema durch einen Aerolithen erschlagen wurde ‡), der endemischen Zweifelsucht der Akademien ein Ziel gesetzt. Eine große Feuerfugel, die sich von SW nach NW bewegte, wurde um 1 Uhr Nachmittags in Alençon, Falaise und Caen bei ganz reinem Himmel gesehen. Einige Augenblicke darauf hörte man bei Nigle (Dep. de l'Orne) in einem kleinen, dunklen, fast unbewegten Wölkchen eine 5 bis 6 Minuten

*) Kosmos Buch I. S. 62 und Anm. *).

†) Rämß, Lehrb. der Meteorologie Buch III. S. 277.

‡) Der große Aerolithenfall von Crema und den Ufern der Adda ist mit besonderer Lebendigkeit, aber leider! rhetorisch und unklar, von dem berühmten Petrus Martyr von Anghiera (Opus Epistolarum, Amst. 1670, No. CCCCLXV pag. 245–247) beschrieben. Was dem Steinfall selbst vorherging, war eine fast totale Verfinsternung am 4. Sept. 1511 in der Mittagsstunde. „Fama est, Pavonem immensum in aërea Cremenensi plaga fuisse visum. Pavo visus in pyramidem converti, adeoque celeri ad occidentem in orientem raptari cursu, ut in horae momento magnam hemisphaerii partem, doctorem inspectantium sententia, pervolassee credatur. Ex nubium illic densitate tenebras ferunt surrexisse, quales viventium nullus unquam se cognovisse fateatur. Per eam noctis faciem, eam formidolosius fulguribus, inaudita tonitrua regionem circumspenserunt.“ Die Erleuchtungen waren so intensiv, daß die Bewohner um Bergamo die ganze Ebene von Crema während der Verfinsternung sehen konnten. „Ex horrendo illo fragore quid irata natura in eam regionem pepererit, percunctaberis. Saxa demisit in Cremenensi planitie (ubi nullus unquam aequans ovum lapidis visus fuit) immensas magnitudinis, ponderis egregii. Decem fu-

isse reperta centilibralia saxa ferunt.“ Vögel, Schafe, ja Fische wurden getödtet. Unter allen diesen Uebertreibungen ist doch zu erkennen, daß das Meteor gewiß, aus welchem die Steine herabsielen, muß von ungewöhnlicher Schwärze und Dichte gewesen sein. Der Pavo war ohne Zweifel eine lang- und breitgeschweifite Feuerfugel. Das furchtbare Geräusch in dem Meteor-Gewölk wird hier als der die Wäse (?) begleitende Donner geschildert. Anghiera erhielt selbst in Spanien ein faustgroßes Fragment (ex frustis disruptorum saxorum), und zeigte es dem König Ferdinand dem Katholischen in Gegenwart des berühmten Kriegers Gonzalo de Cordova. Sein Brief endigt mit den Worten: „mira super hisce prodigiis conscripta fanatice, physice, theologie ad nos missa sunt ex Italia. Quid portendant, quomodoque gignantur, tibi utraque servo, si aliquando ad nos veneris.“ (Geschrieben aus Burgos an Fragiardus.) — Noch genauer beschrieben Cardanus (Opera ed. Lugd. 1663 T. III. lib. XV cap. 72 p. 279), es seien 1200 Aerolithen gefallen; unter ihnen einer von 120 Pfund, eisenschwarz und von großer Dichte. Das Geräusch habe zwei Stunden gedauert: „ut mirum sit, tantum molom in aëre sustineri potuisse.“ Er hält die geschweifite Feuerfugel für einen Cometen, und irrt in der Erscheinung um 1 Jahr: „Vidimus anno 1510 . . .“ Cardanus war zu der Zeit 9 bis 10 Jahre alt.

dauernde Explosion, welcher 3 bis 4 Kanonenschüsse und ein Getöse wie von kleinem Gewehrfeuer und vielen Trommeln folgten. Bei jeder Explosion entfernten sich einige von den Dämpfen, aus denen das Wölkchen bestand. Keine Lichterscheinung war hier bemerkbar. Es fielen zugleich auf einer elliptischen Bodenfläche, deren große Axe von ED nach NW 1,2 Meile Länge hatte, viele Meteorsteine, von welchen der größte nur 17½ Pfund wog. Sie waren heiß, aber nicht rothglühend *), dampften sichtbar, und, was sehr auffallend ist, sie waren in den ersten Tagen nach dem Fall leichter zersprengbar als nachher. Ich habe absichtlich bei dieser Erscheinung länger verweilt, um sie mit einer vom 13. Sept. 1768 vergleichen zu können. Um 4½ Uhr nach Mittag wurde an dem eben genannten Tage bei dem Dorfe Luce (d'Eure et Loire), eine Meile westlich von Chartres, ein dunkles Gewölk gesehen, in dem man wie einen Kanonenschuß hörte, wobei zugleich ein Zischen in der Luft vernommen wurde, verursacht durch den Fall eines sich in einer Curve bewegendes schwarzen Steines. Der gefallene, halb in das Erdreich eingedrungene Stein wog 7½ Pfund, und war so heiß, daß man ihn nicht berühren konnte. Er wurde von Lavoisier, Fougeroux und Cadet sehr unvollkommen analysirt. Eine Lichterscheinung ward bei dem ganzen Ereigniß nicht wahrgenommen.

Sobald man anfang, periodische Sternschnuppenfälle zu beobachten und also in bestimmten Nächten auf ihre Erscheinung zu harren, wurde bemerkt, daß die Häufigkeit der Meteore mit dem Abstände von Mitternacht zunahm, daß die meisten zwischen 2 und 5 Uhr Morgens fielen. Schon bei dem großem Meteorfall zu Cumana in der Nacht vom 11. zum 12. Nov. 1799 hatte mein Reisebegleiter den größten Schwarm von Sternschnuppen zwischen 2½ und 4 Uhr gesehen. Ein sehr verdienstvoller Beobachter der Meteor-Phänomene, Coulvier-Gravier, hat im Mai 1845 dem Institut zu Paris eine wichtige Abhandlung sur la variation horaire des étoiles filantes übergeben. Es ist schwer, die Ursach einer solchen stündlichen Variation, einen Einfluß des Abstandes von dem Mitternachtspunkt zu errathen. Wenn unter verschiedenen Meridianen die Sternschnuppen erst in einer bestimmten Frühstunde vorzugsweise sichtbar werden, so müßte man bei einem kosmischen Ursprunge annehmen, was doch wenig wahrscheinlich ist: daß diese Nacht- oder vielmehr Frübmorgen-Stunden vorzüglich zur Entzündung der Sternschnuppen geeignet seien, während in anderen Nachtstunden mehr Sternschnuppen vor Mitternacht unsichtbar vorüberziehen. Wir müssen noch lange mit Ausdauer Beobachtungen sammeln.

Die Hauptcharaktere der festen Massen, welche aus der Luft herabfallen, glaube ich nach ihrem chemischen Verhalten und dem in ihnen besonders von Gustav Rose erforschten kerntigen Gewebe im Kosmos (Buch I. S. 63—65) nach dem Standpunkt unseres Wissens im Jahr 1845 ziemlich vollständig abgehandelt zu haben. Die auf einander folgenden Arbeiten von Howard, Klaproth, Thénard, Vauquelin, Proust, Berzelius, Stromeyer, Laugier, Dufresnoy, Gustav und Heinrich Rose, Boussingault, Hammelsberg und Shepard haben ein reichhaltiges †) Material geliefert; und doch entgehen unserem Blicke 2 der ge-

*) Neuerbings bei dem Verolthensfall von Braunau (14. Juli 1847) waren die gefallenen Steinmassen nach 6 Stunden noch so heiß, daß man sie nicht, ohne sich zu verbrennen, berühren konnte. Von der Analogie, welche die scythische Mythe vom heiligen Golde mit einem Meteorfalle darbietet, habe ich bereits (Asie centrale T. I. p. 408) gehandelt. „Targitao filios fuisse tres, Leipoxain et Arpoxain, minimumque natu Colaxain. His regnantibus de coelo delapsa aurea instrumenta, aratrum et jugum et pipennem et phialam, decidisse in Scythicam terram. Et illorum natu maximum, qui primus conspexisset, propius accedente capere ista voluisse; sed, eo accedente, aurum arsisse. Quo digresso, accessisse alterum, et istidem arsisse aurum. Hos igitur ardens aurum repudiassse; accedente vero natu minimo, fuisse ex-

tinectum, huncque illud domum suam contuisse: qua re intellecta, fratres majores ultro universum regnum minimo natu tradidisse.“ (Herobot IV, 5 und 7 nach der Uebersetzung von Schweighäuser.) Ist aber vielleicht die Mythe vom heiligen Golde nur eine ethnographische Mythe: eine Anspielung auf drei Königs söhne, Stammväter von drei Stämmen der Scythen? eine Anspielung auf den Vorrang, welchen der Stamm des jüngsten Sohnes, der der Paralaten, erlangte? Brandstäter, Scythica, de aurea caterva 1837 p. 69 und 81.)

†) Von Metallen wurden in den Meteorsteinen entdeckt: Nickel von Howard, Kobalt durch Stromeyer, Kupfer und Chrom durch Laugier, Zinn durch Berzelius

fallenen Steine, welche auf dem Meeresboden liegen. Wenn es auch augenfällig ist, wie unter allen Zonen, an den von einander entferntesten Punkten, die Aerolithen eine gewisse physiognomische Aehnlichkeit haben: in Grönland, Mexico und Südamerika, in Europa, Sibirien und Hindostan; so bieten dieselben doch bei näherer Untersuchung eine sehr große Verschiedenheit dar. Viele enthalten $\frac{20}{100}$ Eisen, andere (Siena) kaum $\frac{2}{100}$; fast alle haben einen dünnen, schwarzen, glänzenden und dabei geäderten Ueberzug: bei einem (Chantonnay) fehlte die Rinde gänzlich. Das specifische Gewicht einiger Meteorsteine steigt bis 4,28 wenn der kohlenartige, aus zerreiblichen Lamellen bestehende Stein von Mais nur 1,94 zeigte. Einige (Juvenas) bilden ein doleritartiges Gewebe, in welchem krystallisirter Olivin, Augit und Anorthit einzeln zu erkennen sind; andere (die Masse von Pallas) zeigen bloß nickelhaltiges Eisen und Olivin, noch andere (nach den Stoffverhältnissen der Mischung zu urtheilen) Aggregate von Hornblende und Albit (Chateau-Remard) oder von Hornblende und Labrador (Blansko und Chantonnay).

Nach der allgemeinen Uebersicht der Resultate, welche ein scharfsinniger Chemiker, Prof. Rammeisberg, der sich in der neueren Zeit ununterbrochen, so thätig als glücklich, mit der Analyse der Aerolithen und ihrer Zusammensetzung aus einfachen Mineralien beschäftigt hat, aufstellt, „ist die Trennung der aus der Atmosphäre herabgefallenen Massen in Meteor Eisen und Meteorsteine nicht in absoluter Schärfe zu nehmen. Man findet, obgleich selten, Meteor Eisen mit eingemengten Silicaten (die von Hefß wieder gewogene sibirische Masse, zu 1270 russischen Pfunden, mit Olivinkörnern), wie andererseits viele Meteorsteine metallisches Eisen enthalten.“

„A. Das Meteor Eisen, dessen Fall nur wenige Male von Augenzeugen hat beobachtet werden können (Hradschina bei Ugram 26. Mai 1751, Braunau 14. Juli 1847), während die meisten analogen Massen schon seit langer Zeit auf der Oberfläche der Erde ruhen, besitzt im allgemeinen sehr gleichartige physische und chemische Eigenschaften. Fast immer enthält es in feineren oder gröberen Theilen Schwefel Eisen eingemengt, welches jedoch weder Eisenties noch Magnetkies, sondern ein Eisen=Sulphuret*) zu sein scheint. Die Hauptmasse eines solchen Meteor Eisens ist auch kein reines metallisches Eisen, sondern wird durch eine Legirung von Eisen und Nickel gebildet: so daß mit Recht dieser constante Nickel=Gehalt (im Durchschnitt zu 10 p.C.; bald etwas mehr, bald etwas weniger) als ein vorzügliches Criterium für die meteorische Beschaffenheit der ganzen Masse gilt. Es ist nur eine Legirung zweier isomorpher Metalle, wohl keine Verbindung in bestimmten Verhältnissen. In geringer Menge finden sich beigemischt: Kobalt, Mangan, Magnesium, Zinn, Kupfer und Kohlenstoff. Der letztgenannte Stoff ist theilweise mechanisch beigemengt, als schwer verbrennlicher Graphit; theilweise chemisch verbunden mit Eisen, demnach analog vielem Stabeisen. Die Hauptmasse des Meteor Eisens enthält auch stets eine eigenthümliche Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, welche beim Ausfließen des Eisens in Chlornasserstoff-Säure als silberweiße microscopische Krystallnadeln und Blättchen zurückbleiben.“

„B. Die eigentlichen Meteorsteine pfllegt man, durch ihr äußeres Ansehen geleitet, in zwei Classen zu theilen. Die einen nämlich zeigen in einer scheinbar gleichartigen Grundmasse Körner und Flittern von Meteor Eisen, welches dem Magnet folgt und ganz die Natur des für sich in größeren Massen aufgefundenen besitzt. Hierher gehören z. B. die Steine von Blansko, Lissa, Nigle, Ensisheim, Chantonnay, Klein-Wenden bei Nordhausen, Erleben, Chateau-Remard und Utrecht. Die andere Classe ist frei von metallischen Beimengungen und stellt sich mehr als ein krystallinisches Gemenge verschiedener Mineralsubstanzen dar, wie z. B. die Steine von Juvenas, Pontalax und Stannern.“

„Seitdem Howard, Klaproth und Vauquelin die ersten chemischen Untersuchungen von

*) Rammeisberg in Poggenborff's Annalen Bd. 74, 1849 S. 442.

Meteorsteinen angestellt haben, nahm man lange Zeit keine Rücksicht darauf, daß die Menge einzelner Verbindungen fein könnten; sondern erforschte ihre Bestandtheile nur im ganzen, indem man sich begnügte den etwaigen Gehalt an metallischem Eisen mittelst des Magnets ausziehen. Nachdem Mohs auf die Analogie einiger Aërolithen mit gewissen tellurischen Gesteinen aufmerksam gemacht hatte, versuchte Nordenskjöld zu beweisen, daß Olivin, Leucit und Magneteisen die Gemengtheile des Aëroliths von Lontalar in Finland seien; doch erst die schönen Beobachtungen von Gustav Rose haben es außer Zweifel gesetzt, daß der Stein von Juvenas aus Magnetkies, Augit und einem dem Labrador sehr ähnlichen Feldspath bestehe. Hierdurch geleitet, suchte Berzelius in einer größeren Arbeit (Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar för 1834) auch durch chemische Methoden die mineralogische Natur der einzelnen Verbindungen in den Aërolithen von Blauko, Chantonnay und Alais auszumitteln. Der mit Glück von ihm vorgezeichnete Weg ist später vielfach befolgt worden.“

„a. Die erste und zahlreichere Classe von Meteorsteinen, die mit metallischem Eisen, enthält dasselbe bald fein eingesprengt, bald in größeren Massen: die sich bisweilen als ein zusammenhängendes Eisenseilett gestalten, und so den Uebergang zu jenen Meteor-Eisenmassen bilden, in welchen, wie in der sibirischen Masse von Pallas, die übrigen Stoffe zurüctreten. Wegen ihres beständigen Olivin-Gehalts sind sie reich an Talkerde. Der Olivin ist derjenige Gemengtheil dieser Meteorsteine, welcher bei ihrer Behandlung mit Säuren zerlegt wird. Gleich dem tellurischen ist er ein Silicat von Talkerde und Eisen-Drydul. Derjenige Theil, welcher durch Säuren nicht angegriffen wird, ist ein Gemenge von Feldspath- und Augit-Substanz, deren Natur sich einzig und allein durch Rechnung aus ihrer Gesamtmischung (als Labrador, Hornblende, Augit oder Oligoklas) bestimmen läßt.“

„b. Die zweite, viel selteneren Classe von Meteorsteinen ist weniger untersucht. Sie enthalten theils Magneteisen, Olivin, und etwas Feldspath- und Augit-Substanz; theils bestehen sie bloß aus den beiden letzten einfachen Mineralien, und das Feldspath-Geschlecht ist dann durch Anorthit*) repräsentirt. Chromeisen (Chromoryd=Eisenoxydul) findet sich in geringer Menge fast in allen Meteorsteinen; Phosphorsäure und Titansäure, welche Nammelsberg in dem so merkwürdigen Stein von Juvenas entdeckte, deuten vielleicht auf Apatit und Titanit.“

„Von den einfachen Stoffen sind im allgemeinen bisher in den Meteorsteinen nachgewiesen worden: Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Kiesel, Aluminium, Magnesium, Calcium, Kalium, Natrium, Eisen, Nickel, Kobalt, Chrom, Mangan, Kupfer, Zinn und Titan: also 18 Stoffe). Die näheren Bestandtheile sind: a) metallische: Nichteisen, eine Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, Eisen-Sulphuret und Magnetkies; b) oxydirte: Magneteisen und Chromeisen; c) Silicate: Olivin, Anorthit, Labrador und Augit.“

Es würde mir noch übrig bleiben, um hier die größtmögliche Menge wichtiger Thatfachen, abgesondert von hypothetischen Ahnungen, zu concentriren, die mannigfaltigen Analogien zu entwickeln, welche einige Meteorgesteine als Gebirgsarten mit älteren sogenannten Truppgesteinen (Doleriten, Dioriten und Melaphyren), mit Basalten und neueren Laven darbieten. Diese Analogien sind um so auffallender, als „die metallische Legirung von Nickel und Eisen, welche in gewissen meteorischen Massen constant enthalten ist,“ bisher noch nicht in tellurischen Mineralien entdeckt wurde. Derselbe ausgezeichnete Chemiker, dessen freundliche Mittheilungen ich in diesen letzten Blättern benutzt habe, ver-

*) Shepard in Silliman's American Journal of Science and Arts, 2d Ser. Vol. II. 1846 p. 377; Nammelsberg in Poggend. Ann. Bd. 73. 1848 S. 585.

†) Vergl. Rosmos Buch I. S. 64.

breitet sich über diesen Gegenstand in einer eigenen Abhandlung*), deren Resultate geeigneter in dem geologischen Theile des Kosmos erörtert werden.

Schlufsworte.

Den uranologischen Theil der physischen Weltbeschreibung beschließend, glaube ich, in Rückblick auf das Erstrebte (ich sage nicht das Geleitete), nach der Ausführung eines so schwierigen Unternehmens von neuem daran erinnern zu müssen, daß diese Ausführung nur unter den Bedingungen hat geschehen können, welche in der Einleitung zum dritten Buche des Kosmos bezeichnet worden sind. Der Versuch einer solchen kosmischen Bearbeitung beschränkt sich auf die Darstellung der Himmelräume und dessen, was sie von geballter oder ungeballter Materie erfüllt. Er unterscheidet sich daher, nach der Natur des unternommenen Werkes, wesentlich von den mehr umfassenden, ausgezeichneten Lehrbüchern der Astronomie, welche die verschiedenen Literaturen zur jetzigen Zeit aufzuweisen haben. Astronomie, als Wissenschaft der Triumph mathematischer Gedankenverbindung, auf das sichere Fundament der Gravitations-Lehre und die Vervollkommenung der höheren Analysis (eines geistigen Werkzeugs der Forschung) gegründet, behandelt Bewegungs-Erscheinungen, gemessen nach Raum und Zeit; Verlichkeit (Position) der Weltkörper in ihrem gegenseitigen, sich stets verändernden Verhältniß zu einander; Formwechsel, wie bei den geschweiften Cometen; Lichtwechsel, ja Auf lodern und gänzliches Erlöschen des Lichtes bei fernen Sonnen. Die Menge des im Weltall vorhandenen Stoffes bleibt immer dieselbe: aber nach dem, was in der tellurischen Sphäre von physischen Naturgesetzen bereits erforscht worden ist, sehen wir walten im ewigen Kreislauf der Stoffe den unbefriedigten, in zahllosen unennbaren Combinationen auftretenden Wechsel derselben. Solche Kraftäußerung der Materie wird durch ihre, wenigstens scheinbar elementarische Heterogenität hervorgerufen. Bewegung in unmeßbaren Raumtheilen erregend, complicirt die Heterogenität der Stoffe alle Probleme des irdischen Naturprocesses.

Die astronomischen Probleme sind einfacherer Natur. Von den eben genannten Complicationen und ihrer Beziehung bis jetzt befreit, auf Betrachtung der Quantität der ponderablen Materie (Massen), auf Licht und Wärme erregende Schwingungen gerichtet, ist die Himmels-Mechanik, gerade wegen dieser Einfachheit, in welcher alles auf Bewegung zurückgeführt wird, der mathematischen Bearbeitung in allen ihren Theilen zugänglich geblieben. Dieser Vorzug giebt den Lehrbüchern der theoretischen Astronomie einen großen und ganz eigenthümlichen Reiz. Es reflectirt sich in ihnen, was die Geistesarbeit der letzten Jahrhunderte auf analytischen Wegen errungen hat: wie Gestalt und Bahnen bestimmt; wie in den Bewegungs-Erscheinungen der Planeten nur kleine Schwankungen um einen mittleren Zustand des Gleichgewichts statt finden; wie das Planetensystem durch seine innere Einrichtung, durch Ausgleichung der Störungen sich Schutz und Dauer bereitet.

Die Untersuchung der Mittel zum Erfassen des Weltganzen, die Erklärung der verwickelten Himmelserscheinungen gehören nicht in den Plan dieses Werkes. Die physische Weltbeschreibung erzählt, was den Weltraum füllt und organisch belebt, in den beiden Sphären der uranologischen und tellurischen Verhältnisse. Sie weist bei den aufgefundenen Naturgesetzen, und behandelt sie wie errungene Thatsachen, als unmittelbare Folgen empirischer Induction. Das Werk vom Kosmos, um in geeigneten Grenzen und in nicht übermäßiger Ausdehnung ausführbar zu werden, durfte nicht versuchen den Zusammenhang der Erscheinungen theoretisch zu begründen. In dieser Beschränkung des vorgesezten Planes habe ich in dem astronomischen Buche des Kosmos desto mehr Fleiß auf die einzelnen Thatsachen und auf ihre Anordnung gewandt. Von der Betrachtung des Weltraums: seiner Temperatur, dem Maße seiner Durchsichtigkeit, und dem wider-

*) Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft Bd. I. S. 232. Alles, was im Texte von S. 619 bis S. 621 durch Anführungszeichen unterschieden ist, wurde aus Handschriften des Prof. Rammeisberg (Mai 1851) entlehnt.

stehenden (hemmenden) Medium, welches ihn füllt; hin ich auf das natürliche und telescopische Sehen, die Grenzen der Sichtbarkeit, die Geschwindigkeit des Lichts nach Verschiedenheit seiner Quellen, die unvollkommene Messung der Licht-Intensität, die neuen optischen Mittel directes und reflectirtes Licht von einander zu unterscheiden übergegangen. Dann folgen: der Fixsternhimmel; die numerische Angabe der an ihm selbstleuchtenden Sonnen, so weit ihre Position bestimmt ist; ihre wahrscheinliche Vertheilung; die veränderlichen Sterne, welche in wohlgemessenen Perioden wiederkehren; die eigene Bewegung der Fixsterne; die Annahme dunkler Weltkörper und ihr Einfluß auf Bewegung in Doppelsternen; die Nebelflecke, in so fern diese nicht ferne und sehr dichte Sternschwärme sind.

Der Uebergang von dem siderischen Theile der Uranologie, von dem Fixsternhimmel, zu unsrem Sonnensysteme ist nur der Uebergang vom Universellen zum Besonderen. In der Classe der Doppelsterne bewegen sich selbstleuchtende Weltkörper um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt: in unsrem Sonnen-Systeme, das aus sehr heterogenen Elementen zusammengesetzt ist, freisen dunkle Weltkörper um einen selbstleuchtenden, oder vielmehr wieder um einen gemeinsamen Schwerpunkt, der zu verschiedenen Zeiten in und außerhalb des Centralkörpers liegt. Die einzelnen Glieder des Sonnengebietes sind ungleicher Natur; verschiedenartiger, als man Jahrhunderte lang zu glauben berechtigt war. Es sind: Haupt- und Nebenplaneten; unter den Hauptplaneten eine Gruppe, deren Bahnen einander durchschneiden; eine ungezählte Schaar von Cometen; der Ring des Thierkreislichtes; und mit vieler Wahrscheinlichkeit die periodischen Meteor-Asteroiden.

Es bleibt noch übrig, als thatsächliche Beziehungen die drei großen von Kepler entdeckten Geseze der planetarischen Bewegung hier ausdrücklich anzuführen. Erstes Gesez: jede Bahn eines planetarischen Körpers ist eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt sich die Sonne befindet. Zweites Gesez: in gleichen Zeiten beschreibt jeder planetarische Körper gleiche Sectors um die Sonne. Drittes Gesez: die Quadratzahlen der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Cubi der mittleren Entfernung. Das zweite Gesez wird bisweilen das erste genannt, weil es früher aufgefunden ward. (Kepler, *Astronomia nova, seu Physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis, ex observ. Tychonis Brahi elaborata*, 1609; vergl. cap. XL mit cap. LIX.) Die beiden ersten Geseze wurden Anwendung finden, wenn es auch nur einen einzigen planetarischen Körper gäbe; das dritte und wichtigste, welches neunzehn Jahre später entdeckt ward, fesselt die Bewegung zweier Planeten an Ein Gesez. (Das Manuscript der *Harmonice Mundi*, welche 1619 erschien, war bereits vollendet den 27. Mai 1618.)

Wenn im Anfang des 17. Jahrhunderts die Geseze der Planeten-Bewegung empirisch aufgefunden wurden; wenn Newton erst die Kraft enthüllte, von deren Wirkung Kepler's Geseze als nothwendige Folgen zu betrachten sind; so hat das Ende des 18ten Jahrhunderts durch die neuen Wege, welche die vervollkommnete Infinitesimal-Rechnung zur Erforschung astronomischer Wahrheiten eröffnete, das Verdienst gehabt, die Stabilität des Planetensystems darzuthun. Die Hauptelemente dieser Stabilität sind: die Unveränderlichkeit der großen Axen der Planetenbahnen, von Laplace (1773 und 1784), Lagrange und Poisson erwiesen; die lange periodische, in enge Grenzen eingeschlossene Aenderung der Excentricität zweier mächtiger sonnenfernen Planeten, Jupiters und Saturns; die Vertheilung der Massen, da die des Jupiter selbst nur $\frac{1}{1048}$ der Masse des alles beherrschenden Centralkörpers ist; endlich die Einrichtung: daß nach dem ewigen Schöpfungsplane und der Natur ihrer Entstehung alle Planeten des Sonnensystems sich in Einer Richtung translatorisch und rotirend bewegen; daß es in Bahnen geschieht von geringer und sich wenig ändernder Ellipticität, in Ebenen von mäßigen Unterschieden der Inclination; daß die Umlaufzeiten der Planeten unter einander kein gemeinschaftliches Maaß haben. Solche Elemente der Stabilität, gleichsam der Erhaltung und Lebensdauer der Planeten, sind an die Bedingung gegenseitiger Wirkung in einem inneren abgeschlossenen Kreise geknüpft. Wird durch den Zutritt eines von außen kommenden, bisher zu dem Planetensystem nicht gehörigen Weltkörpers jene Bedingung aufgehoben (Laplace, *Expos. du Syst. du Monde* p. 309 und 391); so kann allerdings diese Störung, als Folge neuer Anziehungskräfte oder eines Stoßes, dem Bestehenden verderblich werden, bis endlich nach langem Conflict sich ein anderes Gleichgewicht erzeuge. Die Ankunft eines Cometen auf hyperbolischer Bahn aus großer Ferne kann, wenn gleich Mangel an Masse durch eine ungeheure Geschwindigkeit ersetzt wird, doch mit Besorgniß nur eine Phantasie erfüllen, welche für die

ernsten Tröstungen der Wahrscheinlichkeits-Rechnung nicht empfänglich ist. Es sind die reisenden Gewölke der inneren Cometen unserem Sonnensysteme nicht gefährbringender als die großen Bahn-Neigungen einiger der Kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter. Was als bloße Möglichkeit bezeichnet werden muß, liegt außerhalb des Gebietes einer physischen Weltbeschreibung. Die Wissenschaft soll nicht überschweifen in das Nebelland cosmologischer Träume.

Berichtigungen und Zusätze.

§. 402 Z. 20.

Seitdem diese Stelle des Kosmos, in welcher „ein mit Sicherheit sich offenbarender Einfluß der Sonnenstellung auf den Erdmagnetismus“ bezweifelt wird, gedruckt worden ist, haben die neuen und trefflichen Arbeiten von Faraday einen solchen Einfluß erwiesen. Lange Reihen magnetischer Beobachtungen in entgegengesetzten Hemisphären (z. B. Toronto in Canada und Hobarttown auf Van Diemens Land) zeigen, daß der Erdmagnetismus einer jährlicher Variation unterliegt, welche von der relativen Stellung der Sonne und Erde abhängt.

§. 414 Z. 38.

Die sonderbare Erscheinung des Sternschwankens ist ganz neuerlich (20. Jan. 1851) Abends zwischen 7 und 8 Uhr am Sirius, der nahe am Horizont stand, auch in Trier von sehr glaubwürdigen Zeugen beobachtet worden. S. den Brief des Oberlehrers der Mathematik Herrn Flesch in Jahn's Unterhaltungen für Freunde der Astronomie.

§. 452 Z. 27 und Anm. ¶

Der Wunsch, welchen ich lebhaft geäußert, der historischen Epoche, in welche das Verschwinden der Röthe des Sirius fällt, mit mehr Sicherheit auf die Spur zu kommen, ist theilweise durch den rühmlichen Fleiß eines jungen Gelehrten, der eine treffliche Kenntniß orientalischer Sprachen mit ausgezeichnetem mathematischen Wissen verbindet, Dr. Wöpfel, erfüllt worden. Der Uebersetzer und Commentator der wichtigen Algebra des Omar Alkayyami schreibt mir (aus Paris, im August 1851): „Ich habe in Bezug auf Ihre im astronomischen Buche des Kosmos enthaltene Aufforderung die 4 hier befindlichen Manuscripte der Uranographie des Abdurrahman Al-Ghufi nachgesehen; und gefunden, daß darin α Bootis, α Tauri, α Scorpii und α Orionis sämmtlich ausdrücklich roth genannt werden, Sirius dagegen nicht. Vielmehr lautet die auf diesen bezügliche Stelle in allen 4 Manuscripten übereinstimmend so: „der erste unter den Sternen desselben (des Großen Hundes) ist der große, glänzende an seinem Munde, welcher auf dem Astrolabium verzeichnet ist und Al-jemaaniyah genannt wird.“ — Wird aus dieser Untersuchung und aus dem, was ich aus Alfragani angeführt, nicht wahrscheinlich, daß der Farbenwechsel zwischen Ptolemäus und die Araber fällt?

§. 489 Z. 47.

In der gedrängten Darlegung der Methode, durch die Geschwindigkeit des Lichts die Parallaxe von Doppelsternen zu finden, sollte es helfen: Die Zeit, welche zwischen den Zeitpunkten verfließt, wo der planetarische Nebelstern der Erde am nächsten ist und wo er ihr am fernsten steht, ist immer länger, wenn er von der größten Nähe zur größten Entfernung übergeht: als die umgekehrte, wenn er aus der größten Entfernung zur größten Nähe zurückkehrt.

§. 500 Z. 17.

In der französischen Uebersetzung des astronomischen Buches des Kosmos, welche zu meiner Freude wieder Herr H. Faye übernommen, hat dieser gelehrte Astronom die Abtheilung von den Doppelsternen sehr bereichert. Ich hatte mit Unrecht die wichtigen Arbeiten des Herrn Jvon Villaceau, welche schon im Laufe des Jahres 1849 in dem Institute verlesen waren, zu benützen versäumt (s. *Connaissance des temps pour l'an 1852* p. 3—128). Ich entlehne hier aus einer Tabelle der Bahn-Elemente von 8 Doppelsternen des Herrn Faye die 4 ersten Sterne, welche er für die am sichersten berechneten hält:

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Namen und Größe der Doppelsterne	Halbe große Axe	Excen- tricität	Umlaufszeit in Jahren	Namen der Beobachter	
ξ Ursae majoris (4. und 5. Gr.)	3",857 3,278 2,295 2,439	0,4164 0,3777 0,4037 0,4315	58,262 60,720 61,300 61,576	Savary J. Herschel Mädler J. Villarceau	1830 1849 1847 1848
p. Ophiuchi (4. und 6. Gr.)	4",328 4,966 4,8..	0,4300 0,4445 0,4781	73,862 92,338 92,...	Ende J. Villarceau Mädler	1832 1849 1849
ζ Herculis (3. und 6,5. Gr.)	1",208 1,254	0,4320 0,4482	30,22 36,357	Mädler J. Villarceau	1847 1847
γ Coronae (5,5. und 6. Gr.)	0",902 1,012 1,111	0,2891 0,4744 0,4695	42,50 42,501 66,257	Mädler J. Villarceau Derfelbe, 2te Lösung	1847 1847 1847

Das Problem der Umlaufszeit von γ Coronae giebt zwei Solutionen: von 42,5 und 66,3 Jahren; aber die neuesten Beobachtungen von Otto Struve geben dem zweiten Resultate den Vorzug. Herr von Villarceau findet für die halbe große Axe, Excentricität und Umlaufszeit in Jahren:

γ Virginis	3",446	0,8699	153,787
ζ Caneri	0",931	0,3662	58,590
α Centauri	12",128	0,7187	78,486

Die Bedeckung eines Fixsterns durch einen anderen, welche ζ Herculis dargeboten hat, habe ich (S. 499) scheinbar genannt. Herr Jave zeigt, daß sie eine Folge der facticeen Durchmesser der Sterne (Rosmos Buch III. S. 412 u. 450) in unseren Fernröhren ist. — Die Parallaxe von 1830 Groombridge, welche ich S. 489 dieses Buches 0",226 angegeben, ist gefunden von Schlüter und Wichmann zu 0",182; von Otto Struve zu 0",034.

S. 582 Z. 34.

Als der Druck des Abschnittes von den kleinen Planeten schon geendigt war, ist uns erst im nördlichen Deutschlande die Kunde von der Entdeckung eines fünfzehnten kleinen Planeten (Eunomia) gekommen. Er ist wiederum von Herrn de Gasparis und zwar am 19. Juli 1851 entdeckt worden. Die Elemente der Eunomia, berechnet von G. Rümkter, sind:

Äpoche der mittleren Länge	1851 Oct. 1,0 m. Greenw. Zeit
mittlere Länge	321°25'29"
Länge des Perihels	27 35 38
Länge des aufsteigenden Knotens	293 52 55
Neigung	11 43 43
Excentricität	0,188402
halbe große Axe	2,64758
mittlere tägliche Bewegung	823,630
Umlaufszeit	1574 Tage.

S. 592 Z. 14.

Nach einer freundschaftlichen Mittheilung von Sir John Herschel (8. Nov. 1851) hat Herr Lassell am 24., 28., 30. Oct. und 2. Nov. des vorgenannten Jahres zwei Uranus-Satelliten deutlich beobachtet, die dem Hauptplaneten noch näher zu liegen scheinen als der erste Satellit von Sir William Herschel, welchem dieser eine Umlaufszeit von ungefähr 5 Tagen und 21 Stunden zuschreibt, welcher aber nicht erkannt wurde. Die Umlaufzeiten der beiden jetzt von Lassell gesehenen Uranustrabanten waren nahe an 4 und 2½ Tage.

Inhalts-Übersicht.

Erstes Buch.

Vorrede S. III-VI.

Einleitende Betrachtungen über die Verschiedenartigkeit des Natur-Genusses und die wissenschaftliche Ergründung der Weltgeſe S. 7-24.

Einleitend in den Zusammenhang der Erscheinungen als Zweck aller Naturforschung. — Natur ist für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielheit. — Verschiedenheit der Stufen des Naturgenusses. — Wirkung des Eintritts in das Freie; Genuß ohne Einsicht in das Wirken der Naturkräfte, ohne Eindruck von dem individuellen Charakter einer Gegend. — Wirkung der physionomischen Gestaltung der Oberfläche oder des Charakters der Vegetation. Erinnerung an die Balddhüler der Cordillieren und an den Vulkan von Teneriffa. Vorzüge der Gebirgsgegend dem Aequator nahe, wo im engsten Raume die Mannigfaltigkeit der Natur-Eindrücke ihr Maximum erreicht, wo es dem Menschen gegeben ist, alle Gestirne des Himmels und alle Gestalten der Pflanzen gleichzeitig zu sehen S. 8-13. — Fries nach Auffassungen der Ursachen physischer Erscheinungen. — Irrige Ansichten über das Wesen der Naturkräfte, durch Unvollständigkeit der Beobachtung oder der Induction erzeugt. — Röhre Anhängung physischer Dogmen, die ein Jahrhundert dem anderen aufspritzt. Verbreitung derselben unter die höheren Volksclassen. Wenn der wissenschaftlichen Physik besteht eine andere, ein tief eingewurzeltes System ungründet, mißverstandener Erfahrungsgesetze. — Auffuchung von Naturgesetzen. Besorgnis, daß die Natur bei dem Forschen in das innere Wesen der Kräfte von ihrem geheimnißvollen Habor verliert, daß der Naturgenuß durch das Naturwissen notwendig geschwächt werde. Vorzüge der generellen Ansichten, die der Wissenschaft einen erhabenen und ersten Charakter verleihen. Mögliche Trennung des Allgemeinen von dem Besonderen. Beispiele aus der Astronomie, den neuen optischen Entdeckungen, der physischen Erdkunde und der Geographie der Pflanzen. Zugänglichkeit des Studiums der physischen Weltbeschreibung. S. 14-22. — Mißverstandenes populäres Wissen und Verwechselung einer Weltbeschreibung mit einer Encyclopädie der Naturwissenschaften. Nothwendigkeit der gleichzeitigen Würdigung aller Theile des Naturstudiums. Einfluß dieses Studiums auf den National-Reichthum und den Wohlstand der Völker; doch ist sein erster und eigentlicher Zweck ein innerer, der der erhöhten geistigen Thätigkeit. Form der Behandlung in Vortrag und Darstellung; Wechselverkehr zwischen Gedanken und Sprache. S. 22-24.

In den Anmerkungen: Vergleichende hypsometrische Angaben, Bergmessungen des Thawalagiri, Javabir, Chimborazo, Aetna nach Sir John Herschel, der schweizer Alpen u. s. w. (S. 10). — Seltenheit der Palmen und Farn im Himalaya (S. 10 und 11). — Europäische Pflanzenformen in den indischen Gebirgen (S. 11). — Nördliche und südliche Grenze des ewigen Schnees am Himalaya; Einfluß der Hochebene von Tibet (S. 11 und 12). — Fische der Borewelt (S. 19).

Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Welt-Beschreibung S. 24-35.

Inhalt der Lehre vom Kosmos oder der physischen Weltbeschreibung. Sondernung von anderen verwandten Humboldt's Kosmos. [625]

Disciplinen. S. 24-27. — Der uranologische Theil des Kosmos ist einfacher als der tellurische; die Ausdehnung von allem Wahrnehmbaren der Stoff-Verschiedenheit vereinfacht die Mechanik des Himmels. — Ursprung des Wortes Kosmos, Schmutz und Weltordnung. Das Seiende ist im Begreifen der Natur nicht absolut vom Werden zu trennen. Weltgeschichte und Weltbeschreibung. S. 28-32. — Versuche, die Vielheit der Erscheinungen im Kosmos in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zusammenhangs zu fassen. — Naturphilosophie ist aller genauen Beobachtung schon im Alterthum vorhergegangen, ein natürliches, bisweilen irreguliertes Streben der Vernunft. — Zwei Formen der Abstraction beherrschen die ganze Masse der Erkenntnis, quantitative (Verhältnißbestimmungen nach Zahl und Größe) und qualitative (stoffartige Beschaffenheiten). — Mittel, die Erscheinungen dem Calcul zu unterwerfen. Atome, mechanische Constructions-Methoden; sinnbildliche Vorstellungen; Mythen der imponderablen Stoffe und eigener Lebenskräfte in jeglichem Organismus. — Was durch Beobachtung und Experiment (Savornnen der Erscheinungen) erlangt ist, führt durch Analogie und Induction zur Erkenntnis empirischer Gesetze. Allmähliche Vereinfachung und Verallgemeinerung derselben. — Anordnung des Aufgefundenen nach leitenden Ideen. Der so viele Jahrhunderte hindurch gesammelte Schatz empirischer Anschauung wird nicht von der Philosophie wie von einer feindlichen Macht bedroht. S. 33-35.

In den Anmerkungen: Ueber die allgemeine und vergliche Erdkunde des Varenius (S. 29). — Philologische Untersuchung über *κόσμος* und *mundus* S. 30 und 31.

Naturgemälde. Uebersicht der Erscheinungen S. 36-191.

Einleitung S. 36-38. Ein beschreibendes Weltgemälde umfaßt das Universum (*τὸ πᾶν*) in seinen beiden Sphären, der himmlischen und irdischen. — Form und Gang der Darstellung. Es beginnt dieselbe mit den Tiefen des Weltraums, in denen wir nur die Herrschaft der Gravitations-Gesetze erkennen, mit der Region der fernsten Nebelflecke und Doppelsterne; und steigt schrittweise herab durch die Sternschwärm, der unser Sonnensystem angehört, zu dem luft- und meerumschlossenen Erdsphäroid, seiner Gestaltung, Temperatur und magnetischen Spannung, zu der organischen Lebensfülle, welche, vom Lichte angeregt, sich an seiner Oberfläche entfaltet. — Partielle Einsicht in die relative Abhängigkeit der Erscheinungen von einander. — Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume sind mittlere Zahlenwerte der letzte Zweck; sie sind der Ausdruck physischer Gesetze, die Mächte des Kosmos. — Das Weltgemälde beginnt nicht mit dem Tellurischen, wie aus einem subjectiven Standpunkte hätte vorgezogen werden können; es beginnt mit dem, was die Himmelsräume erfüllt. Vertheilung der Materie; sie ist theils zu rotirenden und freitenden Weltkörpern von sehr verschiedener Dichtigkeit und Größe geballt, theils selbstleuchtend, dunstförmig als Lichtnebel zerstreut. Vorläufige Uebersicht der einzelnen Theile des Naturgemäldes, um die Aneinanderreihung der Erscheinungen kenntlich zu machen.

I. Uranologischer Theil des Kosmos S. 38-77.

II. Tellurischer Theil des Kosmos S. 77-191.

a) Gestalt der Erde, mittlere Dichtigkeit, Wärmegehalt, electro-magnetische Thätigkeit, Lichtprocesse S. 77-104.

b) Lebensthätigkeiten des Erdbörpers nach außen. — Reaction des Inneren des Planeten gegen seine Rinde und Oberfläche. Unterirdisches Getöse ohne Erschütterungswellen. Erdbeben als dynamisches Phänomen. S. 104-112.

c) Stoffartige Productionen, die das Erdbeben oft begleiten. Luft- und Wasser-Quellen. Salzen und Schlamm-Vulkane. Hebungen des Bodens durch elastische Kräfte. S. 112-116.

d) Feuerpeiende Berge. Erhebungsfrater. Vertheilung der Vulkane auf der Erde. S. 116-128.

e) Die vulkanischen Kräfte bilden neue Gebirgsarten und wandeln ältere um. — Geognostische Classification der Gebirgsmassen in vier Gruppen. — Contact-Phänomene. — Versieuerungshaltige Schichten. Ihre Aufrihtung. Fauna und Flora der Vorwelt. Versieuerung der Felsblöcke. S. 128-150.

f) Die geognostischen Epochen, bezeichnet durch die mineralogische Verschiedenheit der Gebirgsarten, haben den Zustand räumlicher Vertheilung der Feste und des Flüssigen, der Continente und der Meere bestimmt. Individuelle Gestaltungen der Feste in horizontaler Ausdehnung und senkrechter Erhebung. — Verhältnis der Arealen. Gliederung. Fortgesetzte Faltung der Erdrinde. S. 150-159.

g) Umhüllungen der starren Oberfläche des Planeten, trockbar-flüssige und luftförmige. Wärmevertheilung in beiden. — Meer. Ebbe und Fluth. Strömungen und ihre Folgen. S. 159-164.

h) Atmosphäre. Chemische Zusammensetzung. — Schwankungen der Dichtigkeit. — Gesetz der Windrichtung. Mittlere Wärme. Aufzählung der temperaturerhebenden und temperaturvermindernden Ursachen. Continental- und Insel-Klima. Ost- und Westküsten. — Ursach der Krümmung der Isothermen. — Grenze des ewigen Schnees. — Dampfmenge. — Electricität des Luftfreies. Wolfgestalt. S. 165-181.

i) Scheidung des anorganischen Erdenlebens von der Geographie des Organisch-Lebendigen, der Geographie der Pflanzen und Thiere. — Physiologische Abzählungen des Menschengeschlechts. S. 181-191.

Specielle Zergliederung des Naturgemäldes mit Beziehung auf den Inhalt der Anmerkungen.

I. Uranologischer Theil des Kosmos S. 58-77.

Inhalt der Welträume. Vielgestaltete Nebelflecke, planetarische Nebel und Nebelsterne. — Landschaftliche Anmuth des südlichen Himmels (S. 39 und 40). — Vermuthungen über die räumliche Anordnung des Weltgebäudes. Unser Sternhaufen, eine Weltinsel. Stern-Adungen. — Doppelsterne, um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisend. Entfernung des Sterns 61 im Schwan (S. 41 und Anm. S. 42, und S. 77). — Attractions-Systeme verschiedener Ordnung. S. 39-42. — Unser Sonnensystem viel complicirter, als man es noch am Ende des verfloffenen Jahrhunderts geglaubt. — Hauptplaneten mit Neptun, Asträa, Hebe und Iris jezt 15, Nebenplaneten 18; Myriaden von Cometen, worunter mehrere in nere, in die Planetenbahnen eingeschlossene; ein rotirender Ring (das Zodiacallicht) und wahrscheinlich Meteorsteine als kleine Weltkörper. — Die telescopischen Planeten, Vesta, Juno, Ceres, Pallas, Asträa, Hebe und Iris, mit ihren stark geneigten und mehr excentrischen, in einander verschlungenen Bahnen, scheiden, als mittlere Gruppe, die in nere Planetengruppe (Merkur, Venus, Erde und Mars) von der äußeren (Jupiter, Saturn, Uranus und

Neptun). Contraste dieser Planetengruppen. — Verhältnisse der Abstände von einem Centralkörper. Verschiedenheiten der absoluten Größe, Dichtigkeit, Umdrehungszeit, Excentricität und Neigung der Bahnen. Das sogenannte Gesetz der Abstände der Planeten von ihrer Centralsonne. Mondreiche Planeten. S. 42-44. — Räumliche (absolute und relative) Verhältnisse der Nebenplaneten; größter und kleinster der Monde. Größte Annäherung an einen Hauptplaneten. — Rückläufige Bewegung der Uranusmonde. Vibration des Erdrabanten. S. 44-47. — Cometen. Kern und Schweif. Mannigfaltige Form und Richtung der Ausströmungen in comoidischen Hüllen mit dickerer und dünnerer Wandung. Mehrfache Schweife, selbst der Sonne zugekehrt. Formenwechsel des Schweifes; vermuthete Rotation desselben. Natur des Lichts. Sogenannte Bedeutungen von Fixsternen durch Cometenkerne. Excentricität der Bahnen und Umlaufzeiten. Größte Entfernung und größte Nähe der Cometen. Durchgang durch das System der Jupitermonde. — Cometen von kurzer Umlaufzeit, wohl besser in nere Cometen genannt (Ende, Viela, Faye). S. 47-53. — Kreisende Meteoriten (Meteorsteine, Feuerkugeln, Sternschnuppen). Planetarische Geschwindigkeit. Größe, Form, beobachtete Höhe. Periodische Wiederkehr in Strömen; November-Strom und der des heil. Laurentius. Chemische Zusammensetzung der Meteor-Asteroiden. S. 54-67. — Ring des Jovierkreidichts. — Beschränktheit der jetzigen Sonnen-Atmosphäre. S. 67-72. — Orts-Veränderung des ganzen Sonnenhimmels. S. 72-73. — Das Walten der Gravitationsgesetze auch jenseits unseres Sonnensystems. — Milchstraße der Sterne und ihr vermuthetes Ausbrechen. Milchstraße von Nebelflecken, rechtwinklig mit der der Sterne. — Umlaufzeiten zweifarbiger Doppelsterne. — Sternenteppich; Dessnungen im Himmel, in der Sternschicht. — Vergehenheiten im Weltraum; Auslobern neuer Sterne. — Fortpflanzung des Lichts; der Anblick des gestirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar. S. 73-77.

II. Tellurischer Theil des Kosmos S. 77-191.

a) Gestalt der Erde. Dichtigkeit, Wärmegehalt, electro-magnetische Spannung und Erblcht. S. 77-104, und in den Anmerkungen: Ergründung der Abplattung und Krümmung der Erdoberfläche durch Gradmessungen, Pendel-Schwingungen und gewisse Ungleichheiten der Mondbahn. — Mittlere Dichtigkeit der Erde. — Erdrinde, wie tief wir sie kennen? S. 77-87. — Dreierlei Bewegung der Wärme des Erdbörpers, sein thermischer Zustand. Gesetz der Zunahme der Wärme mit der Tiefe. S. 87-90. — Magnetismus, Electricität in Bewegung. Periodische Veränderlichkeit des tellurischen Magnetismus. Störung des regelmäßigen Ganges der Magnetnadel. Magnetische Ungewitter; Ausdehnung ihrer Wirkung. Offenbarungen der magnetischen Kraft an der Oberfläche in drei Classen der Erdscheinungen; Linien gleicher Kraft (isodynamische), gleicher Neigung (isostatische) und gleicher Abweichung (isogonische). — Lage der Magnetpole. Ihr vermutheter Zusammenhang mit den Rältpolen. — Wechsel aller magnetischen Ercheinungen des Erdbörpers. — Errichtung magnetischer Warten seit 1828; ein weitverbreitetes Netz magnetischer Stationen. S. 90-99. — Lichtentwidelung an den Magnetpolen; Erblcht als Folge electro-magnetischer Thätigkeit unseres Planeten. Höhe des Polarlichts. Ob das magnetische Gewitter mit Geräusch verbunden ist? Zusammenhang des Polarlichts (einer electro-magnetischen Licht-Entwickelung) mit der Erzeugung von Cirrus-Wölken. — Andere Beispiele irdischer Lichterzeugung. S. 100-104.

b) Lebensthätigkeiten des Planeten nach außen, als Hauptquelle geognostischer Ercheinungen. Verfertigung der bloß dynamischen Erschütterung oder Hebung ganzer Theile der Erdrinde mit stoffhaltigem Erguß und Erzeugung von gasförmigen und trockbaren Flüssigkeiten, von heißem Schlamm, von geschmolzenen Erden,

die als Gebirgsarten erbärten. — Vulcanicität in der größten Allgemeinheit des Begriffs ist die Reaction des Inneren eines Planeten gegen eine Oberfläche. — Erdbeden. Umfang der Erschütterungskreise und ihre allmähliche Erweiterung. — Ob Zusammenhang mit Veränderungen im tellurischen Magnetismus und Processen des Luftkreises. Gerölle, unterirdischer Donner ohne fühlbare Erschütterung. Gebirgs-Massen, welche die Fortpflanzung der Erschütterungswelle modificiren. — Fortungen; Ausbrüche von Wasser, heißen Dämpfen, Schlamm, Mofetten, Rauch und Flammen während des Erblebens. S. 104–112.

c) Nähere Betrachtung von stoffartigen Productionen als Folge innerer planetarischer Lebensthätigkeit. Es steigen aus dem Schooße der Erde hervor, durch Spalten und Ausbruchselgen, Lustarten, trockene Flüssigkeiten (rein oder gekauert), Schlamm und geschmolzene Erden. — Die Vulkane sind eine Art intermittirender Quellen. Temperatur der Thermen; ihre Constanz und Veränderung. — Tiefe des Herdes. S. 112–116. — Salzen, Schlammvulkane. Wenn feuerseidige Berge als Quellen geschmolzener Erden vulkanische Gebirgsarten hervorbringen, so erzeugen dagegen Quellen, als es durch Niederschlag Kalksteinfällungen. Fertige Erzeugung von Sediment-Gestein. S. 116.

d) Mannigfaltigkeit der vulkanischen Gebungen. — Tensormasse, ungeöffnete Trachterberge. — Eigentliche Vulkane, die aus Erhebungsstratern oder zwischen den Trümmern ihrer ehemaligen Bildung hervortreten. — Permanente Verbindung des inneren Erdkörpers mit dem Luftkreise. Verhältnis gegen gewisse Gebirgsarten. Einfluß der Höhen-Verhältnisse auf die Frequenz der Ausbrüche. Höhe des Nischenkegels. Eigentümlichkeiten der Vulkane, welche sich über die Schneegrenze erheben. — Nischen- und Feuerfäulen. Vulkanische Gewitter während des Ausbruchs. Mineralische Zusammensetzung der Laven. S. 116–123. — Verteilung der Vulkane auf der Erdoberfläche; Central- und Reihen-Vulkane, Insel- und Küsten-Vulkane. Abstand der Vulkane von der Meeresküste. Erlöschen der vulkanischen Kräfte. S. 123–128.

e) Verhältnis der Vulkane zu der Natur der Gebirgsarten; die vulkanischen Kräfte bilden neue Gebirgsarten und wandeln ältere um. Ihr Studium leitet auf Doppelwegen zu dem mineralogischen Theile der Geognosie (Lehre vom Gewebe und von der Lage der Erdschichten) und zur Gestaltung der über den Meeresspiegel gehobenen Continente und Inselgruppen (Lehre von der geographischen Form und den Umrissen der Erdoberfläche). Classification der Gebirgsarten nach Abgabe der Erscheinungen der Bildung und Umwandlung, welche noch jetzt unter unseren Augen vorgehen: Eruptions-Gestein, Sediment-Gestein, umgewandeltes (metamorphosirtes) Gestein, Conglomerate. — Die zusammengefaßten Gebirgsarten sind bestimmte Associationen von oryctognostisch einfachen Fossilien. — Vier Phasen der Bildungszustände: Eruptions-Gestein, endogenes Granit, Event, Porphyre, Grünsteine, Sversthenfels, Euxothid, Melaphyr, Basalt und Phonolith; Sediment-Gestein (fluviale Schiefer, Steinfehlen-Ab lagerungen, Kalksteine, Travertino, Infusorienlager); umgewandeltes Gestein, das neben den Trümmern des Eruptions- und Sediment-Gesteins auch Trümmer von Gneiß, Glimmerschiefer und älteren metamorphischen Massen enthält; Aggragate und Sandstein-Bildungen (Flümmerschiefer). S. 128–133. — Contact-Phänomene erläutert durch künstliche Nachbildung der Mineralien. Wirkungen des Drucks und der verschiedenen Schmelzbarkeit der Abkühlung. Entstehung des förmigen (salinischen) Marmors, Verfestigung der Schiefer zu Sand- und Schiefer, Umwandlung der Kreide-Mergel durch Granit zu Glimmerschiefer; Dolomititirung, Granitbildung in Thonschiefer bei Berührung mit Basalt und Dolerit-Gestein. — Füllung der Gangmassen von unten. Prozesse der Camentirung in den Agglomerat-Bildungen. Reibungs-Conglomerate. S. 134–141. Relatives

Alter der Felsmassen, Chronometrie der Erdrinde. Versteinigungshaltige Schichten. — Relatives Alter der Organismen. Einfachheit der ersten Lebensformen? Abhängigkeit physiologischer Abstufungen von dem Alter der Formationen. — Geognostischer Horizont, dessen sorgfältige Verfolgung sichere Aufschlüsse gewährt über die Identität oder das relative Alter der Formationen, über die periodische Wiederkehr gewisser Schichten, ihren Parallelismus oder ihre gänzliche Suppression (Verkümmern). — Typus der Sediment-Gebilde in der größten Einfachheit seiner Verallgemeinerung aufgeführt: fluviale und bewässerte Schichten (die ehemals sogenannten Uebergangs-Gebirge); die untere Trias (Vergelt, Steinkohlen-Gebirge sammt Todtliegenden und Hochstein); die obere Trias (bunter Sandstein, Muschelschale, und Keuper); Jurafalt (Kias und Volstein); Quader sandstein, untere und obere Kreide, als die letzte der Flözschichten, welche mit dem Vergelt beginnen; Tertiär-Gebilde in drei Abtheilungen, die durch Grobfalt, Braunkohle und Süd-Alpenstein-Gerölle bezeichnet werden. — Faunen und Floren der Vorwelt, ihr Verhältnis zu den jetzigen Organismen. Riesenmäßige Knochen vorweltlicher Säugethiere im oberen Schuttlande. — Vegetation der Vorwelt, Monumente der Pflanzen-geschichte. Wo gewisse Pflanzengruppen ihr Maximum erreichen; Cyperen in den Keuperschichten und der Kias, Coniferen im bunten Sandstein. Nigitten und Braunkohlen-schichten (Bernsteinbaum). — Ablagerung großer Felsblöcke, Zweifel über ihren Ursprung. S. 141–150.

f) Die Kenntniss der geognostischen Epochen, des Länderbildens und geräumlichen Emporsiegens von Vergeltten und Hochebenen leitet durch inneren Causalzusammenhang auf die räumliche Verteilung der Feste und des Flüssigen, auf die Besonderheiten der Naturgestaltung der Erdoberfläche. — Jetziges Areal-Verhältnis des Starren zum Flüssigen sehr verschieden von dem, welches die für den physischen Theil der älteren Geographie entworfenen Karten darlegen. Wichtigkeit der Eruption der Quarzporphyre für die derzeitige Gestaltung der Continentalmassen. — Individuelle Gestaltung in horizontaler Ausdehnung (Gliederungs-Verhältnisse) und in senkrechter Erhebung (hypsometrische Ansichten). — Einfluß der Areal-Verhältnisse von Land und Meer auf Temperatur, Windrichtung, Fülle oder Kargheit organischer Erzeugnisse, auf die Gesamtheit aller meteorologischen Prozesse. — Orientirung der größten Aren der Continental-Masse. Gliederung, pyramidale Einbigung gegen Süden, Reihe der Halbinseln. Thalbildung des atlantischen Oceans. Formen, die sich wiederholen. S. 160–164. — Abgesonderte Gebirgsglieder, Systeme der Vergeltten und Mittel, ihr relatives Alter zu bestimmen. Versuche, den Schwerpunkt des Volums der jetzt über dem Meeresspiegel erhabenen Länder zu bestimmen. Die Hebung der Continente ist noch jetzt in langsamem Fortschreiten, und an einzelnen Punkten durch bemerkbare Sinken compensirt. Alle geognostischen Phänomene deuten auf periodischen Wechsel von Thätigkeit im Inneren unsrer Planeten. Wahrscheinlichkeit neuer Faltungen. S. 164–169.

g) Die starre Oberfläche der Erde hat zweierlei Umhüllungen, trockne flüssige und luftförmige. Contraste und Analogien, welche diese Umhüllungen, das Meer und die Atmosphäre, barbieten in Aggregat- und Electricitäts-Zuständen, Störungen und Temperatur-Verhältnissen. Tiefen des Oceans und des Luftmeers, dessen Untiefen unsere Hochländer und Vergeltten sind. — Wärmegehalt des Meeres an der Oberfläche in verschiedenen Breiten und in den unteren Schichten. Tendenz des Meeres wegen Verschiebbarkeit der Theile und Veränderung der Dichtigkeit die Wärme seiner Oberfläche in der der Luft nächsten Schichten zu bewahren. Maximum der Dichtigkeit des salzigen Wassers. Lage der Zonen der wärmsten Wasser und der am meisten gesalzenen. Thermischer Einfluß der unteren Polarströme,

wie der Gegenströme in den Meerengen. S. 159 und 160. — Allgemeines Niveau der Meere und permanente örtliche Störungen des Gleichgewichts; periodische als Ebbe und Fluth. — Meeresströmungen: Aequatorial- oder Rotations-Ström; der atlantische warme Golfstrom und der ferne Impuls, den er empfängt; der kalte peruanische Strom in dem östlichen Theile des stillen Meeres südlicher Zone. — Temperatur der Antifen. — Abkühltheit des Oceans; Einfluss der kleinen submarinen Waldregion am Boden vorzueinander Tangenkräuter oder weitverbreiteter schwimmender Fucusbänke. S. 160-164.

h) Die gasförmige Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer. — Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre, Diaphanität, Polarisation, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit und elektrische Spannung. — Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff; Kohlenäure-Gehalt; gelöster Wasserstoff; Ammoniacal-Dämpfe. Mägen. Regelmäßige (sündliche) Veränderungen des Luftdrucks. Mittlere Barometerhöhe am Meere in verschiedenen Erdzonen. Isobarometrische Curven. — Barometrische Windrosen; Drehungsgeß der Winde und seine Wichtigkeit für die Kenntniß vieler meteorologischen Prozesse. Land- und Seewinde; Passate und Monsune. S. 164-168. — Klimatische Wärmevertheilung im Luftreife, als Wirkung der relativen Stellung der durchsichtigen und undurchsichtigen Massen (der flüssigen und festen Oberflächenräume) wie der hypsometrischen Configuration der Continente. — Krümmung der Isothermen in horizontaler und verticaler Richtung, in der Ebene und in den über einander gelagerten Luftschichten. Convere und concave Scheitel der Isothermen. — Mittlere Wärme, der Jahre, der Jahreszeiten, der Monate, der Tage. Aufzählung der Ursachen, welche Störungen in der Gestalt der Isothermen hervorbringen, d. h. ihre Abweichung von der Lage der geographischen Parallelen bewirken. — Isochimenen und Isothermen, Linien gleicher Winter- und Sommerwärme. — Temperatur-erhöhende und temperatur-vermindernde Ursachen. Strahlung der Erdoberfläche nach Maßgabe ihrer Inclination, Farbe, Dichtigkeit, Dürre und chemischen Composition. — Die Vollenform, Verkündigtrix dessen, was in der oberen Luft vorgeht, ist am heißen Sommerhimmel das „projectirte Bild“ des wärmerablenkenden Bodens. — Contrast zwischen dem Insel- oder Küsten-Klima, dessen alle vielgegliederte Inseln- und halbinselreiche Continente genießen, und dem Klima des Inneren großer Ländermassen. Ost- und Westküsten. Unterschiede der südlichen und nördlichen Hemisphäre. — Thermische Scalen der Culturpflanzen, herabsteigend von Vanille, Cacao und Pfirsich bis zu Citronen, Delbaum und trinkbarem Wein. Einfluss, welchen diese Scalen auf die geographische Verbreitung der Culturen ausüben. Das günstige Meisen und das Nichtreife der Früchte wird wesentlich bedingt durch die Unterschiede der Wirkung des directen und zerstreuten Lichtes bei heiterem und durch Nebel verschleiertem Himmel. — Allgemeine Angabe der Ursachen, welche dem größeren Theile von Europa, als der westlichen Halbinsel von Asien, ein milderes Klima verschaffen. S. 168-174. — Bestimmung der mittleren Temperatur Veränderung der Jahres- oder Sommerwärme, welche dem

Fortschreiten um 1° geographischer Breite entspricht. Gleichheit der mittleren Temperatur einer Bergnation und der Polar-Distanz eines im Meerespiegel gelegenen Punktes. — Abnahme der Temperatur mit der Höhe. Grenze des ewigen Schnees und Oscillation dieser Grenze. Ursachen der Störung in der Regelmäßigkeit des Phänomens; nördliche und südliche Simalavakette; Bewohnbarkeit der Hochebene von Tibet. S. 175-177. — Dampfmenge des Luftreifes nach Stunden des Tages, nach den Jahreszeiten, Breitengraden und Höhen. Größte Trockenheit der Atmosphäre, beobachtet im nördlichen Asien zwischen den Flußgebieten des Irtysh und Obi. — Thau als Folge der Strahlung. Regennenge. S. 177 und 178. — Electricität des Luftreifes und Störung der elektrischen Spannung. Geographische Vertheilung der Gewitter. Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen. Die wichtigsten klimatischen Störungen haben nicht eine örtliche Ursache in dem Beobachtungsorte selbst, sie sind Folge einer Vegetation, welche in weiter Ferne das Gleichgewicht in den Luftströmungen aufgehoben hat. S. 178-181.

i) Die physische Erdbeschreibung ist nicht auf das elementare, anorganische Erdenleben beschränkt; zu einem höheren Standpunkte erheben, umfaßt sie die Sphäre des organischen Lebens und der zahllosen Abflusungen seiner typischen Entwicklung. — Thier- und Pflanzenleben. Abkühltheit der Natur in Meer und Land; microscopische Lebensformen zwischen dem Polareise, wie in den Tiefen des Oceans zwischen den Wendekreisen. Erweiterung des Horizonts des Lebens durch Ehrenberg's Entdeckungen. — Säuugung der Masse (des Volums) der thierischen und vegetabilischen Organismen. S. 181-185. (Die speciellen Temperaturverhältnisse der Weincurator Ann. S. 173.) — Geographie der Pflanzen und Thiere. Wanderung der Organismen im Ei oder durch eigene bewegungskräftige Organe. Verbreitungs-Sphären in Abhängigkeit klimatischer Verhältnisse. Vegetations-Gebiete und Gruppierung der Thiergeschlechter. Einzeln und gesellig lebende Pflanzen und Thiere. Der Charakter der Floren und Faunen ist nicht sowohl durch das Vorherrschende einzelner Familien unter gewissen Breiten, als durch die viel complicirteren Verhältnisse des Zusammenlebens vieler Familien und den relativen Zahlenverh. ihrer Arten bestimmt. Formen nützlicher Familien, welche vom Aequator nach den Polen hin ab- oder zunehmen. Untersuchungen über das Zahlenverhältniß, in dem in verschiedenen Erdstrichen jede der großen Familien zu der ganzen dableist wachsenden Masse der Phanerogamen steht. S. 185-187. — Das Menschengeschlecht in seinen physischen Abflusungen und in der geographischen Verbreitung seiner gleichzeitig vorhandenen Typen. Racen, Abarten. Alle Menschenracen sind Formen einer einzigen Art. Einheit des Menschengeschlechts. — Erachen, als geistige Schöpfungen der Menschheit, Theile der Naturkunde des Geistes, offenbar eine nationale Form; aber geschichtliche Ereignisse haben bewirkt, daß bei Völkern sehr verschiedener Abstammung sich Idiome desselben Sprachstammes finden. S. 187-191.

Zweites Buch.

Allgemeine Uebersicht des Inhalts.

A. Anregungs-Mittel zum Naturstudium. Reflex der Außenwelt auf die Einbildungskraft. S. 192-241.

I. Dichterische Naturbeschreibung. Naturgefühl nach Verschiedenheit der Zeiten und der Völkerflamme. S. 193-228.

II. Landschaftsmalerei. Graphische Darstellung der Physiognomie der Gewächse. S. 228-237.

III. Cultur erotischer Gewächse. Contrastirende Zusammenstellung von Pflanzengestalten. S. 237-241.

B. Geschichte der physischen Weltanschauung. Hauptmomente der allmählichen Entwicklung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos, als einem Naturganzen. S. 242-334.

I. Das Mittelmeer als Ausgangspunkt der Versuche ferner Schifffahrt gegen Nordost (Argo-

nauten), gegen Süden (Ophir), gegen Westen (Phönicië und Colaus von Samos). Anreicherung dieser Darstellung an die früheste Cultur der Völker, die das Becken des Mittelmeers umwobten. S. 249-268.

II. Feldzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen. Verschmelzung des Ostens mit dem Westen. Das Griechenthum befördert die Völkervermischung vom Nil bis zum Euphrat, dem Taurus und Indus. Plötzliche Erweiterung der Weltansicht durch eigene Beobachtung, wie durch den Verkehr mit altcultivirten, gewerbetreibenden Völkern. S. 268-277.

III. Zunahme der Weltanschauung unter den Lagiden. Museum im Syracum. Encyclopädische Gelehrsamkeit: Verallgemeinerung der Naturansichten in den Erd- und Himmelsräumen. Vermehrter Seehandel nach Süden. S. 277-283.

IV. Römische Welt Herrschaft. Einfluss eines großen Staatsverbandes auf die semitischen Völker, Fortschritte der Erdkunde durch Landhandel. Die Entstehung des Christenthums erzeugt und begünstigt das Gefühl von der Einheit des Menschengeschlechts. S. 283-304.

V. Einbruch des arabischen Volksstammes. Geistige Bildsamkeit dieses Theils der semitischen Völker. Gang zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften. Arzneimittel-Lehre und Chemie. Erweiterung der physischen Erdkunde, der Astronomie und der mathematischen Wissenschaften im allgemeinen. S. 295-311.

VI. Zeit der großen oceanischen Entdeckungen. Eröffnung der westlichen Hemisphäre. Amerika und das stille Meer. Die Scandinavier, Columbus, Cabot und Gama; Cabrido, Menbaia und Quiros. Die reichste Fülle des Materials zur Begründung der physischen Erdbeschreibung wird den westlichen Völkern Europa's dargeboten. S. 311-352.

VII. Zeit der großen Entdeckungen in den Himmelsräumen durch Anwendung des Fernrohrs. Hauptepoche der Sternkunde und Mathematik von Galiläi und Kepler bis Newton und Leibnitz. S. 352-381.

VIII. Vielseitigkeit und innigere Vervollständigung der wissenschaftlichen Bestrebungen in der neuesten Zeit. Die Geschichte der physischen Wissenschaften schmilzt allmählig mit der Geschichte des Völkern zusammen. S. 382-384.

Specielle Uebersicht des Inhalts.

A. Anregungsmittel zum Naturstudium.

I. Dichterische Naturbeschreibung. Die Hauptresultate der Beobachtung, wie sie der reinen Objectivität wissenschaftlicher Naturbeschreibung angehören, sind in dem Naturgemälde aufgestellt worden; jetzt betrachten wir den Reflex des durch die äußeren Sinne empfangenen Bildes auf das Gefühl und die dichterisch gestimmte Einbildungskraft. — Sinnesart der Griechen und Römer. Ueber den Vorwurf, als wäre in beiden das Naturgefühl minder lebhaft gewesen. Nur die Ausprägungen des Naturgefühls sind seltener, weil in den großen Formen der irdischen und epischen Dichtung das Naturbeschreibende bloß als Beiwerk auftritt und in der alten hellenischen Kunstbildung sich alles gleichsam im Kreise der Menschheit bewegt. — Frühlingsepöden, Homer, Hesiodus. Tragiker; Fragment aus einem verlorenen Werke des Aristoteles. Hufolische Dichtung, Pannus, Anthologie. — Eigentümlichkeit der griechischen Landschaft. S. 193-195. — Römer; Lucrätius, Virgil, Ovidius, Lucanus, Lucilius Junior. Spätere Zeit, wo das poetische Element nur als zufälliger Schmuck des Gedankens erscheint; Moselgedicht des Antonius. Römische Prosaiker; Cicero in seinen Briefen, Tacitus, Plinius. Beschreibung römischer Villen. S. 195-203. — Veränderungen der Sinnesart und der Darstellung der Gefühle, welche die Verbreitung des Christenthums und das Einsiedlerleben hervorbringen. Minucius Felix im Octavius. Stellen aus den Kirchenvätern; Basilus der Große in der Wildniß am ar-

menischen Flusse Iris, Gregorius von Nyssa, Chrysostomus. Sentimental-schmerzliche Stimmung. S. 203-206. — Einfluss der Racenverschiedenheit, welche sich in der Färbung der Naturgildungen offenbart bei Kelten, italischen Stämmen, Germanen des Nordens, semitischen Völkern, Persern und Indern. Die überreiche poetische Literatur der drei letzten Racen lehrt, daß einer langen, winterlichen Entbehrung des Naturgenusses wohl nicht allein die Lebendigkeit des Naturgefühls bei den nordischen germanischen Stämmen zuzuschreiben ist. — Ritterliche Poesie der Minnesänger und deutschen Helden-Epos nach Jacob und Wilhelm Grimm. Celtisch-irische Naturbeschreibungen. S. 206-209. — Ost- und west-arische Völker (Inden und Perser). Ramayana und Mahabharata; Sukuntala und Kalidasa's Wolkenbote. Persische Literatur im iranischen Hochlande, nicht über die Zeit der Sassaniden hinausreichend. S. 209-212. (Ein Fragment von Theodor Goldhücker Ann. S. 210 und 211). — Finnische Epos und Lieder, aus dem Munde der Karelier gesammelt von Elias Lönnrot. S. 213. — Aramäische Nationen; Naturpoesie der Hebräer, in der sich der Monothismus spiegelt. S. 213-215. — Alte arabische Literatur; Schilderung des beduinischen Wüstenlebens in Antar; Naturbeschreibung des Anru' Raïs S. 215 und 216. — Nach dem Hinzutreten aramäischer, griechischer und römischer Herrlichkeit erscheint Dante Alighieri, dessen poetische Schöpfung von Zeit zu Zeit das tiefste Gefühl des irdischen Naturlebens athmet. Petrarca, Boccaccio und Vittoria Colonna. Astma dialogus und malerische Schilderung des üppigen Pflanzenlebens der neuen Welt in den Historias Venetas des Bembo. Christoph Columbus. S. 216-19. — Die Lustaden des Camoens. S. 220 und 221. — Spanische Poesie; die Araucana des Don Alonso de Ercilla, Fray Luis de Leon und Calderon nach Ludwig Tieck. — Shakespear, Milton, Thomson. S. 221-223. — Französische Prosaiker: Rousseau, Buffon, Bernardin de St. Pierre und Chateaubriand. S. 223-225. — Rückblick auf die Darstellung der älteren Reisenden des Mittelalters, John Mandeville, Hans Schiltberger und Bernhard von Breitenbach; Contrast mit den neueren Reisenden. Cook's Begleiter Georg Forster. S. 225 und 226. — Der gerechte Tadel der „beschreibenden Poesie“ als eigener für sich bestehende Form der Dichtung trifft nicht das Bestreben, ein Bild der durchwanderten Zonen aufzustellen, die Resultate unmittelbarer Naturanschauung durch die Sprache, d. h. durch die Kraft des bezeichnenden Wortes, zu versinnlichen. Alle Theile des weiten Schöpfungsfreies vom Aequator bis zu der kalten Zone können sich einer begeisterten Kraft auf das Gemüth erfreuen. S. 227 und 228.

II. Landschaftsmalerei in ihrem Einfluss auf die Belebung des Naturstudiums. — In dem klassischen Alterthum war nach der besonderen Geistesrichtung der Völker die Landschaftsmalerei eben so wenig als die dichterische Schilderung einer Gegend ein für sich bestehendes Object der Kunst. Der ältere Philostrat. Scenographie. Rubius. — Spuren der Landschaftsmalerei bei den Indern in der glänzenden Epoche des Vikramaditya. — Herculanum und Pompeji. — Christliche Malerei von Constantin dem Großen bis zum Anfang des Mittelalters. Miniaturen der Manuscripte. S. 228-230. — Ausbildung des Landschaftlichen in den historischen Bildern der Gebrüder van Eyck. Das 17te Jahrhundert als die glänzende Epoche der Landschaftsmalerei (Claude Lorrain, Poussin, Gaspard und Nicolas Poussin, Everdingen, Hobbema und Cuyp). — Späteres Streben nach Naturwahrheit der Vegetationsformen. Darstellung der Tropen-Vegetation. Franz Post, Begleiter des Prinzen Moritz von Nassau. Eckhout. Bedürfnis physisch-ökonomischer Naturdarstellung. — Eine große kaum vollbrachte Weltbegehung, die Unabhängigkeit und Gründung gesetzlicher Freiheit im spanischen und portugiesischen Amerika (wo in der Unbesetzte zwischen den Wendekreisen vollkreiche Städte bis zu 13000 Fuß Höhe

über der Meeresfläche liegen), die zunehmende Cultur von Indien, Neu-Holland, der Sandwich-Inseln und Süd-Afrika's werden einst nicht bloß der Meteorologie und beschreibenden Naturkunde, sondern auch der Landschaftsmalerei, dem graphischen Ausdruck der Naturphysiognomie, einen neuen Schwung und großartigen Charakter geben. — Wichtigkeit der Benützung Pariser'scher Rundgemälde. — Der Begriff eines Naturganges, das Gefühl der harmonischen Einheit im Kosmos wird um so lebendiger unter den Menschen werden, als sich die Mittel vervielfältigen, die Gesamtheit der Naturerscheinungen zu anschaulichen Bildern zu gestalten. S. 230–237.

III. Cultur exotischer Gewächse; Eindruck der Physiognomik der Gewächse, soweit Pflanzungen diesen Eindruck hervorbringen können. — Landschaftsgärtnerei. Früheste Voranlagen im mittleren und südlichen Asien, heilige Bäume und Haine der Götter. S. 237–239. Gartenanlagen asiatischer Völker. Chinesische Gärten unter der siegreichen Dynastie der Han. Gartengedicht eines chinesischen Staatsmannes, Seema-tuang, aus dem Ende des 11ten Jahrhunderts. Vorschriften des Kien-tschu. Naturbeschreibendes Gedicht des Kaisers Kien-long. — Einfluß des Zusammenhanges buddhistischer Mönchsanstalten auf die Verbreitung schöner, charakteristischer Pflanzenformen. S. 240 und 241.

B. Geschichte der physischen Weltanschauung.

Einleitung. Die Geschichte der Erkenntniß des Weltganzen ist von der Geschichte der Naturwissenschaften, wie sie unsere Lehrbücher der Physik und der Morphologie der Pflanzen und Thiere liefern, ganz verschieden. Sie ist gleichsam die Geschichte des Gedankens von der Einheit in den Erscheinungen und von dem Zusammenwirken der Kräfte im Weltall. — Behandlungsweise der Geschichte des Kosmos: a) selbstständiges Streben der Vernunft nach Naturgesetzen; b) Weltbegebenheiten, welche plötzlich den Horizont der Beobachtung erweitert haben; c) Erfindung neuer Mittel sinnlicher Wahrnehmung. — Sprachen. Verbreitungsfäden der Cultur. Egoannte Urvölker und durch Cultur verbundene Naturweisheit wilder Völker. S. 242–249.

Hauptmomente einer Geschichte der physischen Weltanschauung.

I. Das Becken des Mittelmeers als Ausgang der Versuche, die Idee des Kosmos zu erweitern. Unterabtheilungen der Gestaltung des Beckens. Wichtigkeit der Bildung des arabischen Meerbusens. Kreuzung zweier geognostischen Hebungssysteme NW–SW und SE–NW. Wichtigkeit der letzten Spaltungserichtung für den Weltverkehr. — Alte Cultur der das Mittelmeer umwohnenden Völker. — Niltal, altes und neues Reich der Aegypter. — Phönicië, ein vermittelnder Stamm, verbreiten Buchstabenschrift (phöniciëische Zeichen), Münze als Lausmittel und das ursprünglich babylonische Maß und Gewicht. Zahlenlehre, Rechenkunst. Nachschiffahrt. Westafrikanische Colonien. S. 249–258. — Siram-Salomoni'sche Expeditionen nach den Goldländern Ophir und Supara S. 259 und 260. — Pelagische Vyrhener und Ausser (Rasener). Eigenthümliche Neigung des jüdischen Stammes zu einem innigen Verkehr mit den Naturkräften; Fulguratoren und Quäleren. S. 260 und 261. — Andere sehr alte Culturvölker, die das Mittelmeer umwohnen. Spuren der Bildung im Osten unter Phrygiern und Lyciern, im Westen unter Turculern und Turbetanern. — Anfänge der hellenischen Welt. Vorder-Asien die große Meerstraße von Osten her einwandernder Völker; die ägäische Inselwelt das vermittelnde Glied zwischen dem Griechenthum und dem fernen Orient. Ueber den 48sten Breitengrad hinaus sind Europa und Asien durch flache Steppenländer wie in einander verflochten; auch betrachten Ptolemaeus von Syros und Herodot das ganze nördliche scythische Asien als zum scythischen

Europa gehörig. — Seemacht, vorisches und ionisches Leben in die Pflanzstädte übertragen. — Vordringen gegen Osten nach dem Pontus und Kolchis, erste Kenntniß der westlichen Gestade des caspischen Meeres, nach Herodotus mit dem freilebenden östlichen Weltmeer verwechselt. Tauschhandel durch die Reite scythisch-scolotischer Stämme mit den Aegyptiern, Ithedenen und goldreichen Arimaspen. Meteorologischer Mythos der Hyperboreer. — Gegen Westen Oeffnung der gabelrischen Pforte, die lange den Hellenen verschlossen war. Schiffahrt des Colaus von Samos. Blick in das Antegrenzte; unausgesetztes Streben nach dem Jenseitigen; genaue Kenntniß eines großen Naturphänomens, des periodischen Anschwellens des Meeres. S. 262–268.

II. Feldzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen und langer Einfluß des bactrischen Reichs. — In keiner andern Zeitperiode (die, achte und ein halbes Jahrhundert später erfolgte Begebenheit der Entdeckung und Ausschließung des tropischen Amerika's ausgenommen) ist auf einmal einem Theile des Menschengeschlechts eine reichere Fülle neuer Naturansichten, ein größeres Material zur Begründung des kosmischen Wissens und des vergleichenden ethnologischen Studiums dargeboten worden. — Die Benützung dieses Materials, die geistige Verarbeitung des Stoffes wird erleichtert und in ihrem Werthe erhöht durch die vorbereitende Richtung, welche der Stagirite dem empirischen Fortschreiten der philosophischen Speculation und einer alles scharf umgrenzenden wissenschaftlichen Sprache gegeben hatte. — Die macedonische Expedition war im eigentlichen Sinne des Wortes eine wissenschaftliche Expedition. Callisthenes von Olynth, Schüler des Aristoteles und Freund des Theophrast. — Mit der Kenntniß der Erde und ihrer Erzeugnisse wurde durch die Bekanntschaft mit Babylon und mit den Beobachtungen der schon aufgelösten chaldäischen Priester caste auch die Kenntniß des Himmels ansehnlich vermehrt. S. 268–277.

III. Zunahme der Weltanschauung unter den Ptolemäern. — Das griechische Aegypten hatte den Vorzug politischer Einheit, und seine geographische Weltstellung, der Eindruck des arabischen Meerbusens brachte den gewinnreichen Verkehr auf dem indischen Ocean dem Verkehr an den südöstlichen Küsten des Mittelmeers um wenige Meilen nahe. — Das Seleuciden-Reich genoß nicht die Vorteile des Seehandels, war oft erschüttert durch die verschiedenartige Nationalität der Satrapen. Lebhafter Handel auf Strömen und Caravanenstraßen mit den Hochebenen der Serer nördlich von Uttara-Kuru und dem Drus-Thale. — Kenntniß der Monsun-Winde. Wiedereröffnung des Canals zur Verbindung des rothen Meeres mit dem Nil oberhalb Bubastus. Geschichte dieser Wasserstraße. — Wissenschaftliche Institute unter dem Schutz der Ptolemäer; alexandrinisches Museum und zwei Büchersammlungen, im Bruchium und in Rhakotis. Eigenthümliche Richtung der Studien. Neben dem Stoffanhäufenden Sammelwerke offenbar sich eine glückliche Verallgemeinerung der Ansichten. — Eratosthenes von Cyrene. Erster hellenischer Versuch einer Grad-Messung zwischen Syene und Alexandria auf unvollkommene Angaben der Bematenien gegründet. Gleichzeitige Fortschritte des Wissens in reiner Mathematik, Mechanik und Astronomie. Aristyllus und Timocharis. Ansichten des Weltgebäudes von dem Samier Aristarch und Seleucus dem Babylonier oder aus Ervtrid. Hipparch der Schöpfer der wissenschaftlichen Astronomie und der größte selbst beobachtende Astronom des ganzen Alterthums. Euclides, Apollonius von Perga und Archimedes. S. 277–283.

IV. Einfluß der römischen Welt Herrschaft, eines großen Staatenverbandes auf die Erweiterung der kosmischen Ansichten. — Bei der Mannigfaltigkeit der Bodengestaltung und Verschiedenartigkeit der organischen Erzeugnisse, bei den fernen Expeditionen nach den Bernsteinflüssen und unter Aelius Gallus nach

Arabien, bei dem Genuße eines langen Friedens hatte die Monarchie der Cäsaren in fast vier Jahrhunderten das Naturwissen lebhafter fördern können; aber mit dem römischen Nationalgeiste ersloß die volksthümliche Beweglichkeit der Einzelnen, es verschwanden Dessenlichkeit und Bewahrung der Individualität, die zwei Hauptstützen freier, das Geistige belebender Verfassungen. — In dieser langen Periode erhoben sich als Beobachter der Natur nur Dioscorides der Elitier und Galenus von Pergamus. Die ersten Schritte in einem wichtigen Theile der mathematischen Physik, in der selbst auf Experimente gegründeten Optik, that Claudius Ptolemäus. — Materielle Vortheile der Ausdehnung des Landhandels nach Inner-Asien und der Seeschifffahrt von Mosch Hormos nach Indien. — Unter Vespasian und Domitian, zur Zeit der Dynastie der Han, dringt eine chinesische Kriegsmacht bis an die Südküste des caspischen Meeres. Die Richtung der Völkerstufen in Asien geht von Osten nach Westen, wie sie im Neuen Continente von Norden nach Süden geht. Die asiatische Völkerwanderung beginnt mit dem Anfall der Hünngun, eines türkischen Stammes, auf die blonde, blauäugige, vielleicht indogermanische Race der Yueri und Hün nahe an der chinesischen Mauer, schon anderthalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung. — Unter Marcus Aurelius werden römische Gesandte über Lunlun an den chinesischen Hof geschickt. Kaiser Claudius empfing schon die Botschaft des Radias aus Ceylon. — Die großen indischen Mathematiker Barabamihira, Brahmagupta, und vielleicht selbst Arabhatta, sind neuer als diese Perioden: aber was früher auf ganz einsamen, abgesonderten Wegen in Indien entdekt worden ist, kann auch vor Diophantus durch den unter den Rägiden und Cäsaren so ausgebreiteten Welthandel theilweise in den Occident eingedrungen sein. — Den Rest dieses Welt Handels offensbare die geographischen Riesenswerke des Strabo und Ptolemäus. Die geographische Nomenclatur des Letzteren ist in neuerer Zeit durch gründliches Studium der indischen Sprachen und des west-iranischen Zends als ein geschichtliches Denkmal jener fernan Handels-Verbindungen erkannt worden. — Großartigste Unternehmen einer Weltbeschreibung durch Plinius; Charakteristik seiner Encyclopädie der Natur und Kunst. — Hat in der Geschichte der Weltanschauung der langdauernde Einfluß der Römerherrschaft sich als ein fördernd einigendes und verschmelzendes Element erweisen, so hat doch erst die Verbreitung des Christenthums, als der neue Glaube aus volkrischen Motiven in Byzanz gewaltiam zur Staatsreligion erhoben wurde, dazu beigetragen, den Begriff der Einheit des Menschengeschlechts hervorzuheben und ihm mitten unter dem elenden Streite der Religionsparteien allmählig Geltung zu verschaffen. S. 283-294.

V. Einbruch des arabischen Volkstammes. Wirkung eines fremdartigen Elements auf den Entwickelungsgang europäischer Cultur. — Die Araber, ein bilsamer semitischer Völkstamm, verschüden theilweise die Barbarei, welche das von Völkstürmen erschütterte Europa seit zwei Jahrhunderten bedeckt hat; sie erhalten nicht bloß die alte Cultur, sie erweitern sie und eröffnen der Naturforschung neue Wege. — Naturgestalt der arabischen Halbinsel. Erzeugnisse von Eddramaut, Yemen und Oman. Gebirgsketten von Tischebbad und Ushr. Gerbra alier Stapelplatz des Verkehrs mit indischen Waaren, den vöbneischen Niederlassungen von Arabus und Iulus gegenüber. — Der nördliche Theil der Halbinsel ist vorzugsweise durch die Nähe von Aegypten, durch die Verbreitung arabischer Stämme in dem frisch-palästinischen Grenzgebirge und den Euphratländern in belebtem Contact mit anderen Culturstaaten gewesen. — Heimliche vorbereitende Cultur. Altes Eingreifen in die Weltbühne: Ausfälle nach Westen und Osten; Sykos und der Simariten-Fürst Ariäus, Bundesgenosse des Ninus am Tigris. — Eigentümlicher Charakter des arabischen Nomadenlebens neben Caravanenstraßen und volkreichen Städten. S.

295-299. — Einfluß der Nestorianer, der Syrer und der medicinisch-pharmaceutischen Schule von Edeffa. — Gang zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften. Die Araber werden die eigentlichen Gründer der physischen und chemischen Wissenschaften. Arzneimittellehre. — Wissenschaftliche Institute in der glanzvollen Epoche von Al-Manjur, Harun Al-Raschid, Mamun und Moctafem. Wissenschaftlicher Verkehr mit Indien. Benützung des Escharaf und Susruta wie der alten technischen Künste der Aegypter. Botanischer Garten bei Cordova unter dem poetischen Chalifen Abburrachman. S. 299-306. — Astronomische Bestrebungen durch eigene Beobachtung und Vervollkommen der Instrumente. Ebn-Zunis Anwendung des Pendels als Zeitmessers. Arbeit des Abhazn über die Strahlenbrechung. Indische Planetentafeln. Eödrung der Länge des Mondes von Abul-Wesa erkannt. Astronomischer Congress zu Toledo, zu welchem Alfons von Castilien Rabbinar und Araber berief. Sternwarte zu Meragha und späte Wirkung derselben auf den Timuriden Mugh Beig zu Samarkand. Grabmessung in der Ebene zwischen Tadmor und Rakfa. — Die Algebra der Araber aus zwei lange von einander unabhängig fließenden Strömen, einem indischen und einem griechischen, entstanden. Mohammed Ben-Mula, der Chowarezmier. Diophantus, erst gegen das Ende des 10ten Jahrhunderts von Abul-Wesa Buzjani ins Arabische überetzt. Auf demselben Wege, welcher den Arabern die Kenntniß der indischen Algebra zuführte, erhielten diese in Persien und am Euphrat auch die indischen Zahlzeichen und den sinnreichen Kunstgriff der Position, d. h. den Gebrauch des Stellenwerthes. Sie verpflanzten diesen Gebrauch in die Sölkämmer im nördlichen Afrika, den Küsten von Sicilien gegenüber. Wahrscheinlichkeit, daß die Christen im Abendlande früher als die Araber mit den indischen Zahlen vertraut waren und daß sie unter dem Namen des Systems des Abaous den Gebrauch der neun Ziffern nach ihrem Stellenwerthe kannten. Die Position tritt schon im Suanpan von Inner-Asien wie im tuischen Abaous hervor. — Ob eine dauernde Welt Herrschaft der Araber bei ihrer fast ausschließlichen Vorliebe für die wissenschaftlichen (naturbeschreibenden, physischen und astronomischen) Resultate griechischer Forschung einer allgemeinen und freien Geisteskultur und dem bildend schaffenden Kunstsinne hätte förderlich sein können? S. 306-311.

VI. Zeit der großen oceanischen Entdeckungen; Amerika und das stille Meer. — Begehrtheiten und Erweiterung wissenschaftlicher Kenntnisse, welche die Entdeckungen im Raume vorbereitet haben. Eben weil die Bekanntheit der Völk Europa's mit dem westlichen Theile des Erdballs der Hauptgegenstand dieses Abschnittes ist, muß die unbefriedbare erste Entdeckung von Amerika in seiner nördlichen und gemäßigten Zone durch die Normänner ganz von der Wiederfindung desselben Continents in der tropischen Theilung geschieden werden. — Als noch das Chalifat von Bagdad unter den Abbassiden blühte, wurde Amerika von Leif, dem Sohne Eriffs des Nothen, bis zu 41° 2 nördl. Breite aufgefunden. Die Färöer und das durch Naddob zufällig entdeckte Island sind als Zwischenstationen, als Anfangspunkte zu den Unternehmungen nach dem amerikanischen Scandinavien zu betrachten. Auch die Südküste von Grönland im Scoresby-Lande (Svalbard), die Südküste der Baffinsbai bis 72° 55' und der Eingang des Lancaster-Sunds und der Barrow-Straße wurden besucht. — Frühere? trübsche Entdeckungen. Das Weismännerland zwischen Virginien und Florida. Ob vor Naddob und vor Ingolf's Colonisirung von Island diese Insel von Iren (Westmännern aus dem amerikanischen Groß-Island) oder von den durch Normänner aus den Färöern verjagten irländischen Wilsionaren (Papay, die Cloriel des Dieul) zuerst bewohnt worden ist? — Der Nationalstolz der ältesten Ueberlieferungen des europäischen Nordens, durch Unruhen in der Heimath gefährdet, wurde nach Island übergetra-

gen, das viertelhalb hundert Jahre einer freien bürgerlichen Verfassung genoss, und dort für die Nachwelt gerettet. Wir kennen die Handelsverbindung zwischen Grönland und Neu-Schottland (dem amerikanischen Markland) bis 1347; aber da Grönland schon 1261 seine republikanische Verfassung verloren hatte und ihm, als Krongut Norwegens, aller Verkehr mit Fremden und also auch mit Island verboten war, so nimmt es weniger Wunder, daß Columbus, als er im Februar 1477 Island besuchte, seine Kunde von dem westlich gelegenen Neuen Continent erhielt. Zwischen dem norwegischen Hafen Bergen und Grönland gab es aber Handelsverehr noch bis 1484. S. 311–317. — Weltgeschichtlich ganz verschieden von dem isolirten, folgenlosen Ereigniß der ersten normännischen Entdeckung des Neuen Continents ist seine Wiederauffindung in dem tropischen Theile durch Christoph Columbus gewesen, wenn gleich dieser Seefahrer, nur einen kürzeren Weg nach Ost-Asien suchend, weder die Absicht hatte, einen neuen Welttheil aufzufinden, noch, wie ebenfalls Amerigo Vesputci, bis zu seinem Tode glaubte, andere als ost-asiatische Küsten berührt zu haben. — Der Einfluß, den die nautischen Entdeckungen am Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts auf die Bereicherung der Ideenwelt ausgeübt haben, wird erst verständlich, wenn man einen Blick auf diejenigen Jahrhunderte wirft, welche Columbus von der Blüthe wissenschaftlicher Cultur unter den Arabern trennen. — Was der Aera des Columbus ihren eigenthümlichen Charakter gab, den eines ununterbrochenen und gelingenden Strebens nach erweiterter Erkenntniß, war: das Auftreten einer kleinen Zahl tüchtiger Männer (Albertus Magnus, Roger Bacon, Duns Scotus, Wilhelm von Occam), die zum freien Selbstdenken und zum Erforschen einzelner Naturerscheinungen anregten; die erneuerte Befanntschaft mit den Werken der griechischen Literatur; die Erfindung der Buchdruckerkunst; die Mönchsgelandschaften an die Mongolenführten und die mercantilen Reisen nach Ost-Asien und Süd-Indien (Marco Polo, Mandeville, Nicolo de' Conti); die Vervollkommenheit der Schiffsfahrerkunde; der Gebrauch des Seecompasses oder der Kenntniß von der Nord- und Südweirung des Magnets, welche man durch die Araber den Chinesen verdankt. S. 317–328. Frühe Schifffahrten der Catalanen nach der Westküste des tropischen Afrika, Entdeckung der Azoren, Weltkarte des Vicigano von 1367. Verhältniß des Columbus zu Toscanelli und Martin Alonso Pinzon. Später erkannte Karte von Juan de la Cosa. — Südsee und ihre Inseln. S. 329–338. Entdeckung der magnetischen Curve ohne Abweichung im atlantischen Ocean. Bemerkte Inflection der Isothermen hundert Seemeilen in Westen der Azoren. Eine physische Abgrenzungslinie wird in eine politische verwandelt; Demarcationslinie des Papstes Alexander VI. vom 4. Mai 1493. — Kenntniß der Wärme-Vertheilung; die Grenze des ewigen Schnees wird als Function der geographischen Breite erkannt. Bewegung der Gewässer im atlantischen Meeresballe. Große Thaumawissen. S. 338–344. — Erweiterte Ansicht der Welträume; Befanntschaft mit den Gestirnen des südlichen Himmels; mehr beachtliche als wissenschaftliche Kenntniß! — Vervollkommenung der Methode, den Ort des Schiffes zu bestimmen; das politische Bedürfniß, die Lage der päpstlichen Demarcations-Linie festzusetzen, vermehrt den Drang nach praktischen Längenmethoden. — Die Entdeckung und erste Colonisation von America, die Schifffahrt nach Ostindien um das Vorgebirge der guten Hoffnung treffen zusammen mit der höchsten Blüthe der Kunst, mit dem Erringen eines Theils der geistigen Freiheit durch die religiöse Reform, als Vorspiel großer politischer Umwälzungen. Die Kühnheit des gewertheten Seefahrers ist das erste Glied in der unermesslichen Kette verhängnisvoller Begebenheiten. Zufall, nicht Betrug und Ränke von Amerigo Vesputci, haben dem Festland von America den Namen des Columbus entzogen. — Einfluß des Neuen Welttheils auf die politischen

Institutionen, auf die Ideen und Neigungen der Völker im alten Continente. S. 344–352.

VII. Zeit der großen Entdeckungen in den Himmelsträumen durch Anwendung des Fernrohrs; Vorbereitung dieser Entdeckungen durch richtigere Ansicht des Weltbaues. — Nicolaus Copernicus beobachtete schon mit dem Astronomen Brudersmann in Krauf, als Columbus America entdeckte. Jöelle Verfertigung des 16ten und 17ten Jahrhunderts durch Peurbach und Regiomontanus. Copernicus hat sein Weltsthem nie als Hypothese, sondern als unumstößliche Wahrheit aufgestellt. S. 352–360. — Kepler und die empirischen von ihm entdeckten Gesetze der Planetenbahnen. S. 360 und 361, 366 und 367. Erfindung des Fernrohrs; Hans Lippershey, Jacob Adriaensz (Metius), Zacharias Jansen. Erste Früchte des telescopischen Sehens; Gebirgslandschaften des Mondes; Sternschwärme und Milchstraße, die vier Trabanten des Jupiter; Dreiecksgestalt des Saturn; schifförmige Gestalt der Venus; Sonnenflecken und Rotationsdauer der Sonne. — Für die Schicksale der Astronomie und die Schicksale ihrer Begründung bezeichnet die Entdeckung der kleinen Jupiterswelt eine denkwürdige Epoche. Die Jupiters-Monde veranlassen die Entdeckung der Geschwindigkeit des Lichts, und die Erkenntniß dieser Geschwindigkeit führt zu Erklärung der Aberrations-Ellipse der Fixsterne, d. i. zu dem sinnlichen Beweise von der translatorischen Bewegung der Erde. — Den Entdeckungen von Galilei, Simon Marius und Johann Fabricius folgte das Auffinden der Saturnstrahlen durch Huygens und Cassini, des Thierkreidlichtes als eines freilebenden abgeordneten Nebelringes durch Chibren, des veränderlichen Lichtwechsels von Fixsternen durch David Fabricius, Johann Bayer und Holmbarba. Sternloser Nebelstod der Andromeda von Simon Marius beschrieben. S. 361–369. — Wenn auch das sechzehnte Jahrhundert in seinem Anfang der pöblichen Erweiterung der Kenntniß der Himmelsträume durch Galilei und Kepler, an seinem Ende den Fortschritten des reinen mathematischen Wissens durch Newton und Leibnitz seinen Hauptglanz verdankt, so hat doch auch in dieser großen Zeit der wichtigste Theil der physikalischen Probleme in den Processen des Lichts, der Wärme und des Magnetismus eine befruchtende Pflanze erfahren. Doppelte Strahlenbrechung und Polarisation; Spuren von der Kenntniß der Interferenz bei Grimaldi und Hooke. William Gilbert trennt den Magnetismus von der Electricität. Kenntniß von dem periodischen Fortschreiten der Linien ohne Abweichung. Galley's frühe Vermuthung, daß das Polarlicht (das Leuchten der Erde) eine magnetische Erscheinung sei. Galilei's Thermoskope und Benutzung derselben zu einer Reihe regelmäßiger täglicher Beobachtungen auf Stationen verschiedener Höhe. Untersuchungen über die strahlende Wärme. Torricelli's Röhre und Höhenmessungen durch den Stand des Quecksilbers in derselben. Kenntniß der Luftströme und des Einflusses der Rotation der Erde auf dieselben. Drehungsgesetz der Winde von Bacon geahndet. Glücklich, aber kurzer Einfluß der Academia dei Cimento auf die Gründung der mathematischen Naturphilosophie auf dem Wege des Experiments. — Versuche, die Luftfeuchtigkeit zu messen; Condensations-Hygrometer. — Electricischer Proceß, tellurische Electricität; Otto von Guericke steht das erste Licht in selbsthergogener Electricität. — Anfänge der pneumatischen Chemie; beobachtete Gewichtszunahme bei Oxydation der Metalle; Cardanus und Jean Rey, Hooke und Marow. Ideen über einen Grundstoff des Luftkreises Spiritus nitro-aëreus, welcher an die sich verfallenden Metalle tritt, für alle Verbrennungs-Processe und das Atmen der Thiere notwendig ist. — Einfluß des physikalischen und chemischen Wissens auf die Ausbildung der Geognosie (Nicolaus Steno, Scilla, Lister); Hebung des Meeresbodens und der Küstenländer. In der größten aller geognostischen Erscheinungen, in der mathematischen Gestalt der Erde, spiegeln sich erkennbar

die Zustände der Urzeit ab, d. h. die primitive Flüssigkeit der retirenden Masse und ihre Erhärtung als Erdschädel, Gradmessungen und Pendelversuche in verschiedenen Breiten, Polar-Abplattung. Die Erdgestalt wird von Newton aus theoretischen Gründen erkannt, und so die Kraft aufgefunden, von deren Wirkung die Kepler'schen Gesetze eine notwendige Folge sind. Die Auffindung einer solchen Kraft, deren Dasein in Newton's unsterblichen Werken der Principien entwickelt wird, ist fast gleichzeitig mit den durch die Infinitesimal-Rechnung eröffneten Wegen zu neuen mathematischen Entdeckungen gewesen. S. 369-381.

VIII. Vielseitigkeit und innigere Verknüpfung der wissenschaftlichen Bestrebungen in der neuesten Zeit. — Rückblick auf die Hauptmomente in der Geschichte der Weltanschauung, die an große Begebenheiten geknüpft sind. — Die Vielseitigkeit der Verknüpfung alles jetzigen Wissens erschwert die Absonderung und Umgrenzung des Einzelnen. — Die Intelligenz bringt fortan Großes, fast ohne Anregung von außen, durch eigene innere Kraft nach allen Richtungen hervor. Die Geschichte der physischen Wissenschaften schmilzt so allmählig mit der Geschichte von der Idee eines Naturganzen zusammen. S. 382-384.

• Drittes Buch.

Specielle Ergebnisse der Beobachtung in dem Gebiete kosmischer Erscheinungen. — Einleitung S. 385-397.

Rückblick auf das Geleistete. Die Natur unter einem zroiefachen Gesichtspunkte betrachtet: in der reinen Objectivität der äußeren Erscheinung und im Reflex auf das Innere des Menschen. — Eine bedeutsame Anreicherung der Erscheinungen führt von selbst auf deren ursächlichen Zusammenhang. — Vollständigkeit bei Aufzählung der Einzelheiten wird nicht beabsichtigt, am wenigsten in der Schilderung des reflectirten Naturbildes unter dem Einfluß schöpferischer Einbildungskraft. Es entsteht neben der wirklichen oder äußeren Welt eine ideale und innere Welt: voll physisch symbolischer Mythen, verschieden nach Völkern und Klimaten, Jahrhunderte lang auf spätere Generationen vererbt, und eine klare Naturansicht trübend. — Unerfüllbare Unvollständigkeit der Erkenntniß kosmischer Erscheinungen. Das Aufsuchen empirischer Gesetze, das Erfahren des Causalzusammenhanges der Erscheinungen, Weltbeschreibung und Weltklärung. Wie durch das Seende sich ein kleiner Theil des Werdens offenbart. — Verschiedene Phasen der Weltklärung, Verläufe des Versteehens der Naturordnung. — Veltste Grundanschauung des hellenischen Volksglaubens: physische Phantasia der ionischen Schule, keine wissenschaftlicher Naturbetrachtung. Zwei Richtungen der Erklärung durch Annahme stoffartiger Principien (Elemente) und durch Prozesse der Verdünnung und Verdichtung. Centrifugaler Umschwung, Wirbeltheorien. — Paragoreer; Philosophie des Maaßes und der Harmonie, Anfang einer mathematischen Behandlung physischer Erscheinungen. — Weltordnung und Weltregierung nach den physischen Vorträgen des Aristoteles. Mittheilung der Bewegung als Grund aller Erscheinungen betrachtet; minder ist der Sinn der aristotelischen Schule auf Stoff-Verschiedenheit gerichtet. — Diese Art der Naturphilosophie, in Grundideen und Form, wird auf das Mittelalter vererbt. Roger Bacon, der Naturspiegel des Vincenz von Beauvais, Liber cosmographicus von Albert dem Großen, Imago Mundi des Cardinals Pierre d'Ailly. — Fortschritt durch Giordano Bruno und Telesio. — Klarheit in der Vorstellung von der Gravitation als Massen-Anziehung bei Copernicus. — Erste Versuche einer mathematischen Anwendung der Gravitations-Lehre bei Kepler. — Die Schrift vom Kosmos des Descartes (Traité du Monde) großartig unternommen, aber lange nach seinem Tode nur fragmentarisch erschienen; der Kosmos theoros von Huygens des großen Namens unwürdig. — Newton und sein Werk Philosophiæ Naturalis Principia mathematica. — Streben nach der Erkenntniß eines Weltganzen. Ist die Aufgabe lösbar, die gesammte Naturlehre von den Gesetzen der Schwere an bis zu den gestaltenden Thätigkei-

ten in den organischen und belebten Körpern auf ein Princip zurückzuführen? Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Die Unvollständigkeit der Empirie macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie zu erklären, zu einer unbestimmten.

A. Uranologischer Theil der physischen Weltbeschreibung. S. 397-623. Zwei Abtheilungen, von welchen die eine den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnensystem umfaßt, S. 397.

a. Astronomie (Fixsternhimmel) S. 397-399.

I. Weltraum und Vermuthungen über das, was den Weltraum erfüllen scheint, S. 399-406.

II. Natürliches und telescopisches Sehen. Funkeln der Gestirne. Geschwindigkeit des Lichtes. Ergebnisse der Photometrie. S. 406-434. — Reihung der Fixsterne nach Licht-Intensität S. 434-436.

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. Sternhaufen (Sternschwärme). Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt. S. 437-463.

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne. Veränderliche Sterne in gemessenen, wiederkehrenden Perioden. Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, bei denen die Periodicität noch unerforscht ist. S. 463-483.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne. Problematische Existenz dunkler Weltkörper. Parallaxe. Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel. S. 483-492.

VI. Die vielfachen oder Doppelsterne. Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. Umlaufzeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. S. 492-500.

VII. Die Nebelflecke. Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind?

Die beiden Magellanischen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengebrängt finden. Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlenfäcke am südlichen Himmelsgewölbe. S. 500–523.

ß. Sonnengebiet S. 523–526.

I. Die Sonne als Centralkörper. S. 526–542.

II. Die Planeten S. 542–594.

A. Allgemeine Betrachtung der Planetenwelt S. 542–567.

a) Hauptplaneten S. 542–565.

b) Nebenplaneten S. 565–567.

B. Specielle Aufzählung der Planeten und ihrer Monde, als Theile des Sonnengebietes, S. 567–594.

Sonne S. 567–569.

Merkur S. 569–570.

Venus S. 570–571.

Erde 671.

Mond der Erde S. 571–581.

Mars S. 581–582;

Die kleinen Planeten S. 582–585. Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Asträa, Egeria, Irene, Eunomia, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea; Jupiter S. 585–587.

Satelliten des Jupiter S. 587–588

Saturn S. 588–590.

Satelliten des Saturn S. 590–591.

Uranus S. 591–592.

Satelliten des Uranus S. 592.

Neptun S. 592–594.

Satelliten des Neptun S. 594.

III. Die Cometen S. 594–606.

IV. Ring des Thierkreislichtes S. 606–608.

V. Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteine S. 608–621.

Schlufworte S. 621–623.

Berichtigungen und Zusätze S. 624–625.

Inhalts-Übersicht S. 625–636.

Nähere Zergliederung der einzelnen Abtheilungen des astronomischen Theils des Kosmos.

a. Astrognosie:

I. Weltraum: — Nur einzelne Theile sind messbar S. 399. — Widerstehendes (hemmendes) Mittel, Himmelsluft, Weltäther S. 400 und 401. — Wärmestrahlung der Sterne S. 402. — Temperatur des Welt-raums S. 403 und 404. — Beschränkte Durchsichtigkeit? S. 404 und 405. — Regelmäßig verfürzte Umlaufzeit des Cometen von Ende S. 405. — Begrenzung der Atmosphäre? S. 406.

II. Natürliches und telescopisches Sehen: — Sehr verschiedene Lichtquellen zeigen gleiche Brechungs-Verhältnisse S. 408. — Verschiedenheit der Geschwindigkeit des Lichtes glühender fester Körper und des Lichts der Reibungs-Electricität S. 408, 426–428. —

Wage der Wollaston'schen Linien S. 408. — Wirkung der Röhren S. 407. — Optische Mittel, directes und reflectirtes Licht zu unterscheiden, und Wichtigkeit dieser Mittel für die physische Astronomie S. 408 und 409. — Grenzen der gewöhnlichen Sehraft S. 409 und 410. — Unvollkommenheit des Seh-Organes; Falsche (factice) Durchmesser der Sterne S. 411 und 412. — Einfluß der Form eines Gegenstandes auf den kleinsten Sehwinkel bei Versuchen über die Sichtbarkeit; Nothwendigkeit des Licht-Unterschiedes von $\frac{1}{60}$ der Lichtstärke; Sehen ferner Gegenstände auf positive und negative Weise S. 410–413. — Ueber das Sehen der Sterne bei Tage mit unbewaffnetem Auge aus Brunnen oder auf hohen Bergen S. 413 und 414. — Ein schwächeres Licht neben einem stärkeren S. 410 Anm. *). — Ueberdeckende Strahlen und Schwänze 411, 450 und 451. — Ueber die Sichtbarkeit des Jupiterstrahanten mit bloßem Auge S. 410 und 411. — Schwänzen der Sterne S. 414 und 415. — Anfang des telescopischen Sehens; Anwendung zur Messung S. 415–417. — Refractoren von großer Länge S. 417; Reflectoren S. 417 und 418. — Tagesbeobachtungen; wie starke Vergrößerungen das Auffinden der Sterne bei Tage erleichtern können S. 419–421. Erklärung des Funkelns und der Sinitillation der Fixsterne S. 421–424. — Geschwindigkeit des Lichtes S. 424–429. — Größenordnung der Sterne; photometrische Verhältnisse und Methoden der Messung S. 429–434. — Gnomometer S. 433. — Photometrische Reibung der Fixsterne S. 434–436.

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne; Sternhaufen und Milchstraße: — Zustände der Himmelsbede, welche das Erkennen der Sterne begünstigen oder hindern, S. 437. — Zahl der Sterne; wie viele mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können S. 437 und 438. — Wie viele mit Drübenstimmungen und auf Sternkarten eingetragen sind S. 439–444. — Gewagte Schätzung der Zahl von Sternen, welche mit den jetzigen raumdurchdringenden Fernrohren am ganzen Himmel sichtbar sein könnten, S. 444. — Beschauende Astrognosie roher Völker S. 445. — Griechische Sphäre S. 445–449. — Kristallhimmel S. 448–450. — Falsche Durchmesser der Fixsterne in Fernrohren S. 450 und 451. — Kleinste Gegenstände des Himmels, die noch telescopisch gesehen werden, S. 451. — Farbenverschiedenheit der Sterne, und Veränderungen, welche seit dem Alterthum in den Farben vorgegangen, S. 451–455. — Sirius (Sothis) S. 453 und 454. — Die vier königlichen Sterne S. 455. — Allmähliche Bekanntheit mit dem südlichen Himmel S. 456 und 456. — Vertheilung der Fixsterne, Gesetze relativer Verdichtung, Nüchungen 456 und 457. — Sternhaufen und Sternschwärme S. 457–459. — Milchstraße S. 459–463.

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne, veränderliche Sterne, und Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, in welchen die Periodicität noch nicht erforscht ist: — Neue Sterne in den letzten zwitausen Jahren S. 463–471. — Periodisch veränderliche Sterne: Historisches S. 471 und 472, Farbe S. 472, Zahl S. 473; Gesetzmäßigkeit in scheinbarer Unregelmäßigkeit, große Unterschiede der Helligkeit, Perioden in den Perioden S. 473–475. — Argelander's Tabelle der veränderlichen Sterne, mit Commentar S. 476–480 u. Anm. S. 473 und 474. — Veränderliche Sterne in unbestimmten Perioden (n Argas, Capella, Sterne des Großen und Kleinen Bären) S. 480–482. — Rückblick auf mögliche Veränderungen in der Temperatur der Erdoberfläche S. 482 und 483.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne, dunkle Weltkörper, Parallaxe; Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel: — Veränderung des physiquonomischen Charakters der Himmelsbede S. 483 und 484. — Quantität der eigenen Bewegung S. 484 und 485. — Beweise für die wahrscheinliche Existenz nicht leuchtender Körper S. 485 und 486. — Parallaxe

und Messung des Abstandes einiger Fixsterne von unserem Sonnensystem S. 486-489. — Die Aberration des Lichtes kann bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe benutzt werden S. 489. — Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat auf die Kenntniss der Bewegung unseres eignen Sonnensystems, ja zur Kenntniss der Richtung dieser Bewegung geführt S. 484-490. — Problem der Lage des Schwerpunktes des ganzen Fixsternhimmels. Centralsonne? S. 491 und 492.

VI. Doppelsterne, Umlaufzeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt: — Optische und physische Doppelsterne S. 493; Zahl 493-497. — Einfarbigkeit und verschiedenartige Farben; letztere nicht Folge optischer Täuschung, des Contrastes der Complementär-Farben S. 497-499. — Wechsel der Helligkeit S. 499. — Mehrfache (3 bis 6fache Verbindungen S. 499. — Berechnete Bahn-Elemente, halbe große Azen und Umlaufzeit in Jahren S. 499 und 500.

VII. Nebelflecke, Magellanische Wolken und Kohlenfäden: — Auffälligkeit der Nebelflecke; ob sie alle ferne und dichte Sternhaufen sind? S. 500 und 501. — Historisches S. 501-507. — Zahl der Nebelflecke, deren Position bestimmt ist S. 507 und 508. — Verteilung der Nebel und Sternhaufen in der nördlichen und südlichen Himmelsphäre S. 508; nebelärmere Räume und Maxima der Gedrängtheit S. 509. — Gestaltung der Nebelflecke: kugelförmige, Ringnebel, spiralförmige Doppelnebel, planetarische Nebelsterne S. 510-513. — Nebelfleck (Sternhaufen) der Andromeda S. 459, 502 und 503, 510 Anm. †; großer Nebelfleck um γ Argus S. 515 und 516; Nebelfleck im Schützen S. 516; Nebelflecke im Schwan und im Fische, Spiral-Nebelfleck im nördlichen Jagdbande S. 516 und 517. — Die beiden Magellanischen Wellen S. 517-521. — Annahme Jodan der Kerne der S. 521 und 522.

B. Sonnengebiet: Planeten und ihre Monde, Ring des Thierkreis-Lichtes und Schwärme der Meteor-Asteroiden S. 523-526.

1. Die Sonne als Centralkörper: — Numerische Angaben S. 526-528. — Physische Beschaffenheit der Oberfläche; Umhüllungen der dunkeln Sonnenfugel; Sonnenflecken, Sonnenfaden S. 528-536. — Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annalisten Kunde geben; problematische Verfinstaltungen S. 536. — Intensität des Lichts im Centrum der Sonnenscheibe und an den Rändern S. 537-539. — Verkehr zwischen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus; Seebeck, Ampère, Faraday S. 539-540. — Einfluss der Sonnenflecken auf die Temperatur unseres Luftkreises S. 540-542.

II. Die Planeten:

A. Allgemeine vergleichende Betrachtungen:

a. Hauptplaneten:

1) Zahl und Epochen der Entdeckung S. 542-549; Namen, Planetentage (Woche) und Planetenjuncten S. 544-547.

2) Verteilung der Planeten in zwei Gruppen S. 549-551.

3) Absolute und scheinbare Größe, Gestaltung S. 551 und 552.

4) Reibung der Planeten und ihre Abstände von der Sonne, sogenanntes Gesetz von Titius; alter Glaube, daß die Himmelskörper, welche wir jetzt sehen, nicht alle von jeher sichtbar waren; Profelonen S. 552-558.

5) Massen der Planeten S. 558.

6) Dichtigkeit der Planeten S. 559.

7) Oberflächige Umlaufzeit und Achsendrehung S. 559 und 560.

8) Neigung der Planetenbahnen und Rotationsachsen, Einfluss auf Klimate S. 560-563.

9) Excentricität der Planetenbahnen 563-565.

b) Nebenplaneten S. 565-567.

B. Specielle Betrachtung, Aufzählung der einzelnen Planeten und ihr Verhältnis zur Sonne als Centralkörper:

Sonne S. 567-569.

Mercur S. 569 und 570.

Venus: Flecken S. 570 und 571.

Erde: numerische Verhältnisse S. 571

Mond der Erde: Licht und Wärme erzeugend; aschgraues Licht oder Erdenlicht im Monde; Flecken; Natur der Mond-Oberfläche, Gebirge und Ebenen, gemessene Höhen; herrschender Typus freisförmiger Gestaltung, Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptions-Erscheinungen, alte Spuren der Reaction des Inneren gegen das Äußere (die Oberfläche); Mangel von Sonnen- und Erdsäften, wie von Strömungen als fortschaffenden Kräften, wegen Mangels eines flüssigen Elements; wahrscheinliche geognostische Folgen dieser Verhältnisse S. 571-581.

Mars: Abplattung, Oberflächen-Ansehen, verändert durch den Wechsel der Jahreszeiten S. 581 und 582. Die Kleinen Planeten S. 582-585.

Jupiter: Rotationszeit, Flecken und Streifen S. 585-587.

Satelliten des Jupiter S. 587 und 588.

Saturn: Streifen, Ringe, excentrische Lage S. 588-590.

Satelliten des Saturn S. 590 und 591.

Uranus S. 591.

Satelliten des Uranus S. 592.

Neptun: Entdeckung und Elemente S. 592-594.

Satelliten des Neptun S. 594.

III. Die Cometen: — bei der kleinsten Masse ungeheure Räume ausfüllen; Gestaltung, Perioden des Umlaufs, Theilung; Elemente der inneren Cometen S. 594-606.

IV. Der Ring des Thierkreislichtes: — Historisches. — Intermissionen zweifach: stündliche und jährliche? — Zu unterscheiden, was dem kosmischen Lichtproceß selbst im Ringe des Thierkreislichtes angehört, was der veränderlichen Durchsichtigkeit der Atmosphäre. — Wichtigkeit einer langen Reihe correspondirender Beobachtungen unter den Tropen in verschiedenen Höhen über dem Meere bis neun- und zwölftausend Fuß. — Gegensein wie beim Untergang der Sonne. — Vergleich in derselben Nacht mit bestimmten Theilen der Milchstraße. — Ob der Ring des Zodiacallisches mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt. S. 606-608.

V. Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteine: — Älteste chronologisch sicher bestimmte Aërolithenfälle, und Einfluss, welchen der Steinfall zu Argos Potamoi und die kosmische Erklärung desselben auf die Weltansichten des Anaxagoras und Diogenes von Apollonia (aus der neueren ionischen Schule) ausgeübt haben; Umschwung, welcher der Stärke des Falles entgegenwirkt (Centrifugalkraft und Gravitation); S. 608-611. — Geometrische und physische Verhältnisse der Meteore, bei sporadischen und periodischen Meteorfällen; Abkation der Sternschnuppen, bestimmte Ausgangspunkte; Mittelzahl der sporadischen und periodischen Sternschnuppen in einer Stunde nach Verschiedenheit der Monate S. 611-614. — Außer dem Strom des heil. Laurentius und dem jetzt schwächeren November-Phänomen sind noch 4 bis 5 andere periodisch im Jahr wiederkehrende Sternschnuppen-Fälle als sehr wahrscheinlich erkannt worden S. 614 und 615. — Höhe und Geschwindigkeit der Meteore S. 615. — Physische Verhältnisse, Färbung und Schmelze, Verbrennungs-Proceß, Größe; Beispiele der Entzündung von Gebäuden; S. 615-617. — Meteorsteine; Aërolithen-Fälle bei heiterem Himmel oder nach Entzündung eines kleinen dunkeln Meteorgewölbes S. 617-618. — Problematische Häufigkeit der Sternschnuppen zwischen Mitternacht und den frühen Morgenstunden (stündliche Variation) S. 618. — Chemische

Verhältnisse der Völkern; Analogie mit den Gemengetheilen tellurischer Gebirgsarten S. 618–621.

Schlüßworte: — Rückblick auf das Erstrebte. — Beschränkung nach der Natur der Composition einer physischen Weltbeschreibung. — Darstellung thatsächlicher Beziehungen der Weltkörper gegen einander. — Kepler's Gesetze planetarischer Bewegung. — Einfachheit der ura-

nologischen Probleme im Gegensatz zu den tellurischen, wegen Ausschlusses der Wirkungen, welche aus Stoffverschiedenheit und Stoffwechsel entstehen. — Elemente der Stabilität des Planetensystems S. 621–623.

Verichtigungen und Zusätze S. 623 und 624.

Inhalts-Übersicht S. 625–636

Die Temperaturangaben in diesem Werke sind, wo nicht das Gegentheil bestimmt ausgedrückt ist, in Graden des hunderttheiligen Thermometers; die Meilen sind geographische, 15 auf den Aequatorialgrad. Das Fuß- und Bollmaaß ist das altfranzösische, in dem die Toise 6 Pariser Fuß zählt. Die geographischen Längen sind immer von dem Meridian der Pariser Sternwarte an gerechnet.

Paris, im März 1845.

Stereotyp - Ausgaben.

Goethe's

Sämmtliche Werke in 6 Bänden, oder 102 Lieferungen, à . . . 10 Cts.
(Mit den Prämien von Schiller's und Lessing's Werken.)

Schiller's

Sämmtliche Werke in 2 Bänden oder 20 Lieferungen, à . . . 10 "

S. Ischoffe's

Novellen und Dichtungen in 3 Bänden oder 45 Lieferungen, à . . . 10 "
do elegant gebunden . . . \$6 — "

Wilh. Hauff's

Sämmtliche Werke in 1 Band oder 15 Lieferungen, à . . . 10 "
do elegant gebunden . . . \$2 — "
do in Prachtband mit Goldschnitt . . . \$3 — "

Muerbach's

Dorfgeschichten. Mit Illustrationen. 3 Bde. oder 22 Lieferungen, à . . . 10 "
do elegant gebunden . . . \$3 — "

Thomas Vaine's

Sämmtliche Werke in 3 Bänden oder 24 Lieferungen, à . . . 10 "
do elegant gebunden . . . \$3 — "

Bolney's

Ruinen, oder Betrachtungen über die Umwälzungen der Reiche, gebund. 75 "

Alexander von Humboldt's

Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, in einem Band oder
20 Lieferungen, à . . . 10 "
do do elegant gebunden . . . \$2 50 "

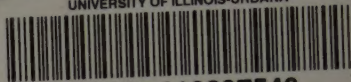
Heine's

Reisebilder, in 9 Lieferungen, à . . . 10 "
do elegant gebunden . . . \$1 12 1/2 "

Spindler's

Ausgewählte Schriften, in Lieferungen, à . . . 10 "
I. Band. Der Jesuit, in 5 Lieferungen, à . . . 10 "
do elegant gebunden . . . 75 "
II. Band. Der Bastard, in 9 Lieferungen, à . . . 10 "
do elegant gebunden . . . \$1 15 "

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA



3 0112 110897540